

Aus dem Institut für Phytopathologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

Wirkung von Juvenilhormon-Analogen
und Phytoecdysonen auf Entwicklung, Fortpflanzung,
Paarungsverhalten und Eiparasiten der ostafrikanischen
Kaffeewanzen ANTESTIOPSIS ORBITALIS BECHUANA
Kirk. und ANTESTIOPSIS ORBITALIS GHESQUIEREI
Car. (Heteroptera, Pentatomidae)

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich Angewandte Biologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Diplomlandwirt Klaus Leuschner

Gießen 1974

Aus dem Institut für Phytopathologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

Wirkung von Juvenilhormon-Analogen
und Phytoecdysonen auf Entwicklung, Fortpflanzung,
Paarungsverhalten und Eiparasiten der ostafrikanischen
Kaffeewanzen ANTESTIOPSIS ORBITALIS BECHUANA
Kirk. und ANTESTIOPSIS ORBITALIS GHESQUIEREI
Car. (Heteroptera, Pentatomidae)

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich Angewandte Biologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Diplomlandwirt Klaus Leuschner

Gießen 1974



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. <u>Einleitung</u>	1
2. <u>Materiel und Zuchtmethoden</u>	2
2.1. Insektenmateriel	2
2.1.1. <u>Antestiopsis orbitalis bechuana</u> (Kirkaldy)	2
2.1.2. <u>Antestiopsis orbitalis ghesquierei</u> (Carayon)	2
2.1.3. <u>Asolcus seychellensis</u> (Kieffer)	3
2.2. Zucht der Versuchstiere	3
2.2.1. <u>A.o.bechuana</u> und <u>A.o.ghesquierei</u>	3
2.2.2. <u>A.seychellensis</u>	4
2.3. Chemikalien	4
2.3.1. Juvenilhormon-Analoga	4
2.3.2. Phytoecdysone	5
2.4. Pflanzenextrakte	7
2.5. Synergist Mowilith	7
3. <u>Versuchsmethoden</u>	7
3.1. Lösung der Juvenilhormon-Analoga	7
3.2. Lösung der Phytoecdysone	7
3.3. Applikationsmethoden	7
4. <u>Versuche mit Juvenilhormon-Analogen (JHA)</u>	8
4.1. Wirkung von JHA auf die Embryonalentwicklung von <u>A.o.bechuana</u>	8
4.1.1. Wirkung von JHA auf Weibchen von <u>A.o.bechuana</u>	8
4.1.2. Ovizide Wirkung von JHA	14
4.2. Behandlung des 5. Larvenstadiums von <u>A.o.bechuana</u> und <u>A.o.ghesquierei</u> mit JHA	21
4.2.1. Bestimmung der ID 50 Morph-Dosis	21
4.2.2. Untersuchungen über die Wirkung verschiedener JHA-Konzentrationen	22
4.2.3. Behandlung der F ₁ -Generation	32
4.2.4. Bestimmung der sensiblen Phase	32

	Seite
4.3. Behandlung des 4. Larvenstadiums von <u>A.o.bechuana</u>	33
4.4. Behandlung des 2. Larvenstadiums von <u>A.o.bechuana</u>	35
5. <u>Wirkung von JHA auf den Eiparasiten <u>Asolcus seychellensis</u></u>	36
6. <u>Wirkung von JHA in Kombination mit dem Synergisten <u>Mowilith</u></u>	42
6.1. Behandlung des 5. Larvenstadiums von <u>A.o.bechuana</u> und <u>A.o.ghesquierei</u>	43
6.2. Behandlung des 4. Larvenstadiums von <u>A.o.bechuana</u>	46
6.3. Behandlung der Eier von <u>A.o.bechuana</u>	47
6.4. Wirkung von JHA + Mowilith auf den Eiparasiten <u>A.seychellensis</u>	48
7. <u>Phytoecdysone</u>	49
7.1. Versuche am 5. Larvenstadium von <u>A.o.bechuana</u>	50
7.2. Wirkung von Cyasteron kombiniert mit JHA 5045	53
8. <u>Wirkung von Pflanzenextrakten aus <u>Azadirachta indica</u> L. auf <u>A.o.bechuana</u></u>	55
8.1. Wirkung von Methanolauszügen aus Blättern von <u>A.indica</u> auf L ₅ und L ₄	56
9. <u>Paarungsverhalten unbehandelter und mit JHA behandelter Imagines von <u>A.O.bechuana</u></u>	60
9.1. Methoden zur Aufnahme und Auswertung der Lauterzeugung	62
9.2. Durchführung der Versuche und Ergebnisse	64
10. <u>Diskussion</u>	67
10.1. Wirkung von JHA auf Weibchen von <u>A.o.bechuana</u>	68
10.2. Wirkung von JHA auf Eier von <u>A.o.bechuana</u>	70

10.3. Metamorphosehemmende Wirkung der JHA auf <u>A.o.bechuana</u> und <u>A.o.ghesquierei</u>	71
10.4. Eiparasiten-Entwicklung nach JHA-Applikation auf Wirtseier	74
10.5. Synergistische Wirkung von Mowilith	74
10.6. Wirkung von Phytoecdysonen auf Larven von <u>A.o.bechuana</u>	75
10.7. Wirkung von Cyasteron + JHA auf Larven von <u>A.o.bechuana</u>	77
10.8. Pflanzenextrakte	77
11. <u>Ausblick auf einen möglichen Einsatz von JHA gegen</u> <u><u>Antestiopsis spp.</u></u>	78
12. <u>Zusammenfassung</u>	80
13. <u>Literaturverzeichnis</u>	82



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546402_0044

1. Einleitung

Auf Grund unserer heutigen Erfahrungen ist bekannt, daß in einer leistungsfähigen Landwirtschaft einerseits ohne Pflanzenschutzmittel nicht auszukommen ist, andererseits aber durch bestimmte breit und lang wirkende Insektizide wie DDT, Dieldrin, Aldrin und Carbaryl unter Umständen sehr bedenkliche Störungen in Ökosystemen entstehen können.

Auf der Suche nach möglichst unbedenklichen und umweltschonenden Mitteln und Verfahren erinnerte man sich zunächst der pflanzlichen Insektizide (z.B. Pyrethrum), der mikrobiologischen Bekämpfungsverfahren mit Bakterien (Bacillus thuringiensis Berl.) und der insektenpathogenen Viren (Kernpolyederviren). Alle diese angeführten Möglichkeiten finden aber bis heute vor allem aus ökonomischen Gründen nur eine relativ begrenzte Anwendung.

Verhältnismäßig jung ist die Erkenntnis, daß auch Juvenilhormon (JH) und dessen Analoga (JHA) als Insektizide eingesetzt werden können. Dieser Gedanke ist auf WILLIAMS (1956, 1967) zurückzuführen. Juvenilhormon und seine Analoga haben gegenüber herkömmlichen Insektiziden die Vorteile, daß sie wenig toxisch sind, schnell zu unbedenklichen Zerfallsprodukten abgebaut werden und in ihrer Wirkung auf Insekten je nach chemischer Struktur eine mehr oder weniger große Gruppenspezifität aufweisen. Demgegenüber stehen als Nachteile eine verzögerte Wirkung und die Wirksamkeit in nur ganz bestimmten Abschnitten der Insektenentwicklung. Dies bedeutet, daß mehr noch als bei Anwendung der herkömmlichen Insektizide die Biologie, das Verhalten und die sensiblen Phasen der zu bekämpfenden Schädlinge bekannt sein müssen, wenn eine erfolgreiche Anwendung von JHA möglich sein soll. Es muß auch bedacht wer-

den, daß nach JHA-Anwendung durch Modifizierung endokriner Vorgänge u.U. Verhaltensänderungen auftreten, die durchaus im Interesse des Menschen sein können. Als weiterer wichtiger und besonders zu berücksichtigender Punkt kommt noch die mögliche Wirkung des Juvenilhormons und seiner Analoga auf Prädatoren und Parasiten hinzu, die bekanntlich eine wichtige Rolle bei der Stabilisierung von Ökosystemen spielen.

Zwar ist relativ gut bekannt, in welchen Entwicklungsphasen Juvenilhormon und seine Analoga wirken, doch zeigen sich beim Einsatz ein- und derselben Verbindung oft bei Arten selbst einer Insektenfamilie so große Unterschiede, daß jede genauere neue Untersuchung an bisher nicht bearbeiteten Objekten zur Erweiterung unserer Kenntnis über das Wirkungsspektrum und die Wirkungsweise von JHA von Interesse ist. Hinzu kommt noch, daß sich Rhynchoten der Familie Pentatomidae (Schildwanzen), die in der vorliegenden Arbeit als Versuchstiere dienten, in der Regel gegen einige von den verwendeten JH-Analoga mit aromatischer Struktur (s.S. 4) als ziemlich widerstandsfähig erweisen (SLAMA 1970).

Die Untersuchungen des Verfassers dieser Arbeit, die in Kenia (Ostafrika) auf der Außenstation Upper Kiambu der Kaffeeversuchsstation Ruiru von 1970-1972 durchgeführt wurden, hatten in erster Linie zum Ziel, einige JHA, die an anderen Pentatomiden wie Graphosoma italicum Muell. relativ gute Wirkungen gezeigt hatten, an den Kaffeewanzen Antestiopsis orbitalis bechuana und A.O.ghesquierei sowie deren Eiparasiten zu testen. In einigen Versuchen wurden auch Phytoecdysone und Pflanzenextrakte mit ähnlicher Wirkung herangezogen.

2. Material und Zuchtmethoden

2.1. Insektenmaterial

- 2.1.1. Antestiopsis orbitalis bechuana (Kirkaldy) (Heteroptera, Pentatomidae). Die Art wurde um Kiambu ca. 25 km nord-östl. von Nairobi gesammelt.
- 2.1.2. Antestiopsis orbitalis ghesquierei Carayon (Kisii-Form).¹⁾ Diese Art wurde bei Kisii (Westkenia) gesammelt.

¹⁾ Die Wanzen wurden nach GREATHEAD (1965) bestimmt.

2.1.3. Asolcus seychellensis Kieffer (Hymenopt., Scelionidae)
Dieser häufige Eiparasit wurde ebenfalls in der Umgebung von Kiambu gesammelt.

2.2. Zucht der Versuchstiere

2.2.1. A.o. bechuana und A.o. ghesquierei

Die Kaffeewanzen wurden in Plastikzylindern (7 x 11 cm) gehalten (Abb. 1), die oben mit Gaze verschlossen waren.

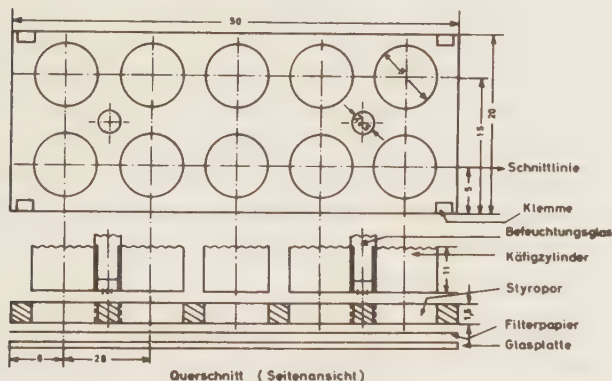


Abb. 1: Auf- und Seitenansicht der Käfiganordnung
(Maßangaben in cm)

Die Zylinder standen in Reihen zu je 10 auf einer mit Filterpapier belegten Glasplatte (50 x 20 cm). Über dem Filterpapier war eine Styroporplatte derselben Größe mit 10 Löchern von je 7 cm $\varnothing$ angebracht. Sie diente zur Befestigung der Zylinder, die in die Löcher eingesetzt wurden. Zur Erhöhung der rel. Luftfeuchte in den Plastikzylindern dienten 2 mit Wasser gefüllte Gläseröhrchen, die in 2 kleineren Löchern der Styroporplatte befestigt waren und das darunterliegende Filterpapier befeuchteten. Pro Käfig wurden 10 ♀♀ und 5 ♂♂ eingesetzt. Die Fütterung erfolgte nach ANDERSON (1919) mit ausgewachsenen grünen Kaffeekirschen. Zu diesem Zweck wurden kirschentragende Zweigstücke in die Käfige gestellt. Die Zweige wurden alle 3 Tage erneuert. Die Zucht der Wanzen fand in einem Raum bei konstanter Temperatur (Raumtemperatur $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, rel. Luftfeuchte 50-60%) und normalem Tageslicht statt.

Die Eiablage der Weibchen erfolgte vorwiegend an die Gaze des Käfigdeckels. Die Gelege wurden jeden Tag abgenommen und auf feuchtes Filterpapier gelegt. Nach dem Schlüpfen der Eilarven (L_1) verblieben diese -ohne Nahrung aufzunehmen- auf den Eischalen bis sie sich zum 2. Larvenstadium (L_2) häuteten. Die L_2 wurden in kleine Plastikbehälter übertragen, welche in ähnlicher Weise wie die großen Zylinder auf Glasplatten mit Styroporaufgabe angeordnet waren. Zur Fütterung des L_2 -Stadiums wurden jüngere Kirschen verwendet. Die L_4 und L_5 wurden in großen zylindrischen Käfigen gehalten und erhielten dasselbe Futter wie die Imagines. Da die Larven in jedem Zuchtgefäß altersmäßig einigermaßen übereinstimmten, konnte das Versuchsmaterial ohne großen Arbeitsaufwand -wie z.B. langwieriges Aussortieren nach Altersstufen- verwendet werden. Von den im Freiland gesammelten Tieren konnten im Labor jeweils nur 2 Folgegenerationen gezüchtet werden, da die Mortalität der Wanzen in der F_3 -Generation wohl auf Grund von Degenerationerscheinungen sehr stark anstieg.

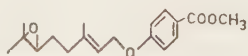
2.2.2. A. seychellensis

Das Ausgangsmaterial des Eiparasiten A. seychellensis stammte, wie schon erwähnt, ebenfalls aus der Gegend um Kiambu. Parasitierte Wanzenener wurden im Freiland gesammelt und ins Labor gebracht, um die Wespen dort schlüpfen zu lassen. Die Parasitenimagines wurden in kleinen Plastikdosen gehalten. Ihr Futter bestand aus Honigwasser, das in Wattebäuschen enthalten war. Zur Eiablage wurden den Wespen frisch abgelegte Eier von A.o.bechuana und A.o.ghesquierei angeboten. In den Versuchen wurden stets frisch geschlüpfte Wespen verwendet.

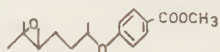
2.3. Chemikalien

2.3.1. Juvenilhormon-Analoga

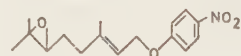
1. Präparat Nr. 5045



2. " " 5061

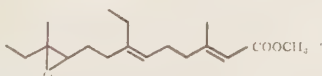


3. " " 5181

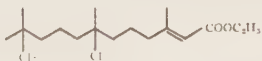


Bei allen diesen Präparaten handelt es sich um Verbindungen mit einem aromatischen Ring, an dessen p-Position eine aliphatische Kette hängt. Die betreffenden JHA stammten aus dem Institut für Organische Chemie und Biochemie der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften.²⁾

4. Methyl-10,11-epoxy-7-äthyl-3,11-dimethyl-2,6-tridecadienoat (H_1)



5. Äthyl-trans-7,11-dichlor-3,7,11-trimethyl-2-dodecenoat (H_2)

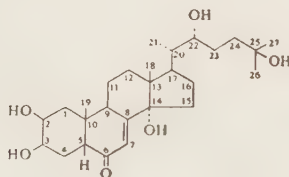


6. Farnesylmethyläther (H_3)³⁾



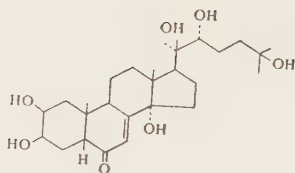
2.3.2. Phytoecdysone

1. Ecdyson- α

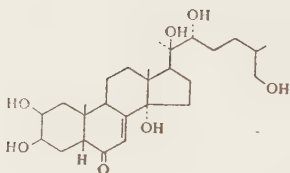


- 2) Herrn Dr.K.Sláma (Prag) wird an dieser Stelle für die Überlassung der JHA und einige briefliche Mitteilungen bestens gedankt.
- 3) Die drei zuletzt genannten Verbindungen wurden freundlicherweise von der Firma Hoffman-La Roche (Basel) zur Verfügung gestellt.

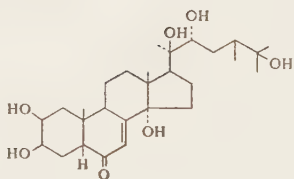
2. Ecdyson- β



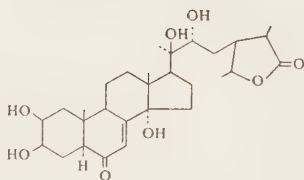
3. Inokosteron



4. Makosteron



5. Cyasteron⁴⁾



⁴⁾ Herrn Prof. Nakanishi (New York) wird für die freundliche Überlassung der angeführten Phytoecdysone bestens gedankt.

2.4. Pflanzenextrakte

Bei den in den Versuchen verwendeten Pflanzenextrakten handelte es sich um Methanolauszüge aus Blättern und Früchten der Bäume Azadirachta indica A.Juss und Melia azederach L. (Meliaceae). Weitere Angaben sind Kapitel 8 zu entnehmen.

2.5. Synergist Mowilith

Der Handelsname Mowilith bezeichnet Polymerisate auf der Basis von Vinylacetat, die sich als Festprodukt in Lösung und als wässrige Dispersion auf dem Markt befinden (Hersteller: Fa. Hoechst, Frankfurt /M.). In den eigenen Versuchen wurde das Produkt als 50 %ige wässrige Dispersion verwendet. Mowilith findet in Form von Latices als Pigmentbindemittel für Anstrichfarben oder als Kleber (Mowicoll, Vinalit) Verwendung.

3. Versuchsmethoden

3.1. Lösung der Juvenilhormonanaloga

Alle JHA wurden zunächst in Aceton und Methanol gelöst. Aceton schied nach den ersten Versuchen aus, da in den Kontrollen, in denen es allein angewendet worden war, eine leicht erhöhte Mortalität auftrat. Die verschiedenen Konzentrationen wurden durch Verdünnung einer 10%igen Standardlösung hergestellt. Bei der Lösung und Verwendung des Mowiliths wurde auf die gleiche Weise verfahren, wobei sich der Synergist in Methanol als gut löslich erwies.

3.2. Lösung der Phytoecdysone

Alle Phytoecdysone wurden in Methanol gelöst. Die Herstellung der verschiedenen Konzentrationen erfolgte wie oben bei den JHA beschrieben. Es wurde jedoch von einer 1,5 %igen Lösung ausgegangen.

3.3. Applikationsmethoden

Die verwendeten JHA und Phytoecdysone wurden nach Betäubung der Wanzen mit CO₂ topikal (dorsal) auf das Abdomen in einem 1 µl großen Tröpfchen mit einer 1 µl fassenden Hamilton-Spritze aufgetragen. Bei adulten Wanzen wurde das Tröpfchen so auf die Flügelspitzen aufgebracht, daß sich die Flüssigkeit von hier aus durch Kapillarkräfte zwischen Vorderflügeln,

Hinterflügeln und Abdomen verteilte.

Bei sog. Unterlagentesten wurde Filterpapier (4,5 cm Ø) in Petrischalen mit 300 µl JHA-Lösung getränkt. Die Versuchstiere wurden anschließend auf das Filterpapier gesetzt. In Versuchen mit Wanzeiern wurden die letzteren mit einem Sieblöffel in Gruppen zu je 10 in die vorbereiteten Lösungen getaucht und dann auf einen Plastikring mit Gazeboden übertragen. Dieser Ring wurde auf feuchtes Filterpapier gelegt und über ihn eine Plastikpillenschachtel als Käfig gestülpt. Der Ring hielt die Eier an einer Stelle zusammen und erleichterte die Untersuchung unter dem Binokular.

4. Versuche mit Juvenilhormon-Analogen (JHA)

4.1. Wirkung von JHA auf die Embryonalentwicklung von A.o.bechuana

SLAMA & WILLIAMS (1966a) beobachteten erstmals, daß auf Weibchen oder Eier der Wanze Phyrrhocoris apterus L. aufgebrachtes Juvenion in die Embryonalentwicklung eingreift. Eine Beeinflussung der Embryonalentwicklung mit verschiedenen JHA konnten inzwischen auch MASNER et al. (1968, 1970), RIDDIFORD (1970) und MATOLIN (1970) an Hemipteren, NOVÁK (1969) an Orthopteren, RIDDIFORD & WILLIAMS (1967) und RIDDIFORD (1971) an Lepidopteren sowie WALKERS & BOWERS (1970) an Coleopteren feststellen. Ein Sonderfall blieb jedoch P.apterus, da es hier gelang, Weibchen auf dem Wege über behandelte Männchen, die das JHA bei der Kopulation weitergeben, zu sterilisieren (MASNER et al. 1968, 1970).

Bisher ist nach Kenntnis d. Verf. noch keine Arbeit publiziert worden, die die Wirkung von JHA auf Pentatomidenweibchen und -eier genauer beschreibt. In den im folgenden behandelten Experimenten mit 2 JHA vom Cecropis-Typ (H_1 und H_2) und 3 Juvenionen (5045, 5061, 5181), deren Wirkung auf Wanzenlarven schon an G.italicum getestet worden war (SLAMA 1971), wurde der Einfluß auf die Embryonalentwicklung von A.o.bechuana untersucht.

4.1.1. Wirkung von JHA auf Weibchen von A.o.bechuana

Junge Weibchen wurden 7 Tage nach der Imaginalhäutung mit 10 bzw. 50 µg/µl JHA behandelt (Methode s. 3.3.). Dieser Zeit-

punkt entspricht ungefähr dem Ende des ersten Drittels der Präovipositionszeit. Der Zeitpunkt wurde mehr oder weniger willkürlich auf Grund einer Mitteilung von SLAMA (1970) gewählt. Nach diesem Autor können JHA jederzeit vor der Eiablage appliziert werden.

Im ersten Versuch mit $10 \mu\text{g}/\mu\text{l}$, der über etwa 70 Tage lief, wurden nur 5 Weibchen pro JHA behandelt. Jedes Weibchen wurde zusammen mit einem unbehandelten Männchen gehalten. Die abgelegten Eier wurden entfernt und für jedes Gelege die Entwicklungszeit bis zum Schlüpfen sowie die Anzahl der geschlüpferten Eilarven registriert. Vom 2. Larvenstadium ab wurden die Larven jeder Behandlung (jeweils Nachkommen von 5 Weibchen) gemeinsam aufgezogen. Die Mortalität in den verschiedenen Larvenstadien wurde nicht festgehalten, vielmehr wurde lediglich eine Auszählung der Imagines der F_1 durchgeführt und so im Vergleich zum Schlüpfergebnis die Mortalität ermittelt.

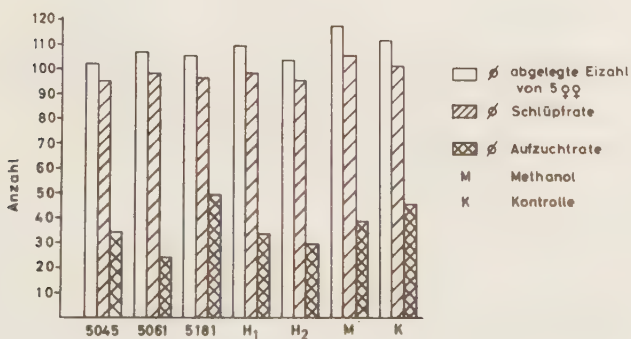


Abb. 2: Durchschnittliche Eizahl, L₁-Schlüpftrate und Aufzuchtergebnis von jeweils 5 mit JHA behandelten ♀♀ ($10 \mu\text{g}/\mu\text{l}$)

In Abb. 2 ist die gesamte durchschnittliche Eizahl der jeweils 5 Weibchen, die Schlüpftrate und die Zahl der erhaltenen Imagines zusammengestellt. Die Zahlen zeigen, daß die Eiablage- und Schlüpfwerte der mit JHA behandelten Tiere nur geringfügig unter denen der Kontrolltiere liegen. Die Auf-

zuchttraten weisen parallel dazu ebenfalls auf eine etwas größere Mortalität im Vergleich zu den Kontrollen hin. Nur bei Präparat 5181 liegen die Zahlen etwas höher als bei den Kontrollwerten.

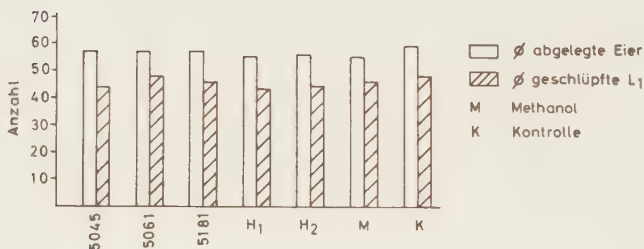


Abb. 3: Durchschnittliche Eizahl und L₁-Schlüpftrate der 5 ersten Gelege von jeweils 5 ♀♀ nach Behandlung mit JHA (10 µg/♀)

In Abb. 3 sind aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse nur die ersten 5 Gelege berücksichtigt worden. Dies geschah auch deshalb, weil angenommen wurde, daß ein Sterilitätseffekt, falls er überhaupt auftritt, sich vor allem in den ersten Gelegen auswirken würde. Die aufgezogenen Imagines blieben in dieser Darstellung ohne Berücksichtigung, da nur die aus der Gesamtzahl der abgelegten Eier hervorgegangenen adulten Tiere erfaßt wurden. Aus der Abbildung ist zu ersehen, daß zwischen den einzelnen Präparaten und den Kontrollen kein wesentlicher Unterschied in der durchschnittlichen Eizahl und der Zahl der geschlüpften Eilarven besteht.

Trotz der in Abb. 2 dargestellten Unterschiede war das Ergebnis als nicht eindeutig zu bezeichnen, weshalb der Versuch mit einer höheren Dosierung (50 µg/µl) und in modifizierter Form wiederholt wurde.

Es wurden diesmal nicht nur Weibchen, sondern auch Männchen behandelt, womit geklärt werden sollte, ob männliche Tiere

bei der Kopulation JHA auf die Weibchen übertragen können. Es wurden bei Einzelpaarhaltung jeweils 10 Paare pro Versuchsglied miteinander verglichen. 3 Varianten waren in den Versuch eingebaut: einmal wurden nur Weibchen, dann nur Männchen und zuletzt Männchen und Weibchen mit den jeweiligen JHA behandelt.⁵⁾ Der Versuch lief über 70 Tage. Die Ergebnisse sind in Abb. 4 zusammengefaßt. Wie im ersten Versuch (10 µg/µl) wurden die durchschnittlichen Eizahlen, die Schlüpftrate und das Aufzuchtergebnis ermittelt und für jede Behandlung (10 Wannenpaare) graphisch dargestellt.

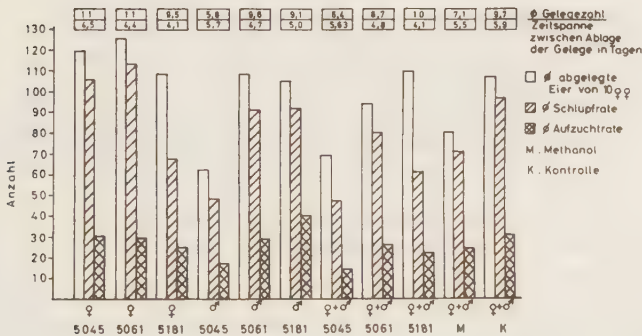


Abb. 4: Durchschnittliche Eizahl, L_1 -Schlüpftrate und Aufzuchtergebnis der Nachkommen (F_1) von jeweils 10 mit JHA behandelten Imagines (50 µg/Tier)

Das Resultat ist wegen der starken Schwankungen in der Eiablage schwierig zu interpretieren. Dies ist auf die hohe Weibchenmortalität bei den Versuchsgliedern 5045 ♂♂, 5045 ♀♀ + ♂♂ und Methanol ♀♀ + ♂♂ zurückzuführen.

Von Interesse ist der hohe Anteil nicht geschlüpfter Eier bei Präp. 5181 (♀♀ beh. und ♀♀ + ♂♂ beh.); weiterhin ist in beiden Fällen die Zeitspanne zwischen der Ablage von Gelegen gegenüber den Kontrollen und den übrigen Versuchsgliedern am niedrigsten.

5) H_1 und H_2 wurden in diesem Versuch nicht berücksichtigt, da diese JHA erst Ende des 2. Versuchsjahres verfügbar waren und dieser Test schon Ende 1970 durchgeführt wurde.

Diese Beobachtungen lassen sich bei 5181 (♂♂ beh.) nicht bestätigen, was darauf schließen läßt, daß eine Übertragung von JHA von behandelten Männchen auf Weibchen vermutlich nicht stattgefunden hat.

Um das Versuchsergebnis klarer zu demonstrieren und gleichzeitig festzustellen, ob die JHA-Wirkung nach Ablage mehrerer Gelege abklingt, wurde in Abb. 5 nur der Durchschnitt der ersten 5 Gelege berücksichtigt. Durch dieses Vorgehen wird das Eiablageergebnis ausgeglichener und leichter vergleichbar.

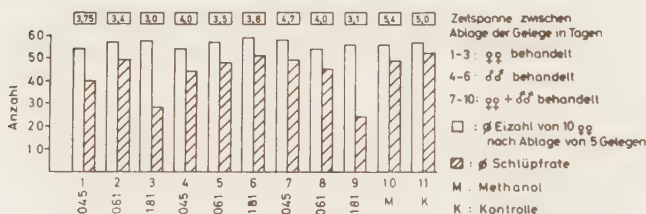


Abb. 5: Durchschnittliche Eizahl und L_1 -Schlüpftrate von jeweils 10 mit JHA behandelten Imagines nach Ablage von 5 Gelegen (50 µg/Tier)

Der Unterschied zwischen durchschnittlicher Eiablage und Schlüpftrate tritt vor allem bei Präp. 5181 (♀♀ beh. und ♀♀ + ♂♂ beh.) deutlich hervor. Das Versuchsglied 5045 (♀♀ beh.) zeigt ebenfalls eine verminderte Schlüpftrate, die sich aber bei 5045 (♀♀ und ♂♂ beh.) nicht klar bestätigt.

Alle übrigen Behandlungen weisen keine größeren Unterschiede zu den Kontrollen auf. Vergleicht man die Eiablagezahlen in der Gesamtauswertung (Abb. 4) und der Auswertung von 5 Gelegen (Abb. 5) mit den Schlüpfraten, so fällt auf, daß die Schlüpftrate für das JHA 5181 bei der Auswertung von 5 Gelegen niedriger ist als bei der Gesamtauswertung. Man kann daraus schließen, daß der hormonbedingte Effekt in den ersten Gele-

gen stärker zur Geltung kommt als bei später abgelegten Eiern, was auf eine Abnahme der Hormonwirkung zurückzuführen sein dürfte.

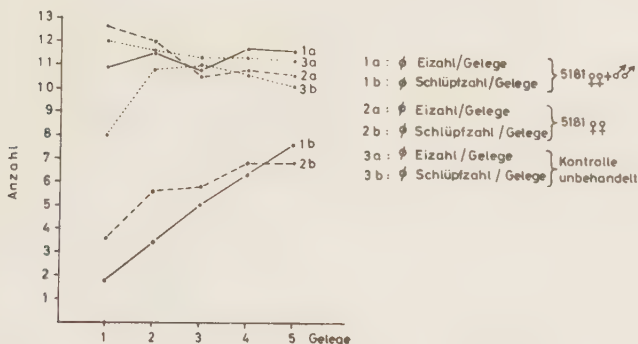


Abb. 6: Abnahme der Wirkung von JHA 5181 vom 1. bis 5. Gelege (Erklärung im Text)

In Abb. 6 ist die Abnahme der hormonellen Wirkung von Präparat 5181 im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle graphisch dargestellt. Die Darstellung bestätigt die Abnahme des Hormoneinflusses innerhalb der ersten 5 Gelege. Die Schlüpfwerte für das erste Gelege sind mit Vorbehalt anzusehen, da auch bei unbehandelten Tieren beim 1. Gelege meist eine niedrigere Schlüpftrate beobachtet wird.

Wie bereits erwähnt (s. S.9), ist die Mortalität der einzelnen Larvenstadien nicht untersucht worden. Sie kann deshalb nur zusammengefaßt als Larvenmortalität aus der Differenz zwischen Schlüpf- und Aufzuchttrate entnommen werden (Abb. 4). Berechnet man die prozentuale Larvenmortalität für jede einzelne Behandlung, so verschwinden die Unterschiede. Die größte Abweichung von der Kontrolle beträgt $\pm 7\%$. Es konnten im Durchschnitt 33 % der geschlüpften Eilarven aufgezogen werden, woraus sich ergibt, daß es sich bei 5181 (♀♀ beh. und ♂♂ beh.) vor allem um einen Embryonallethaleffekt handeln muß, da in der postembryonalen Entwicklung keine größere Sterblichkeit auftrat.

Nachdem in den besprochenen Versuchen die Wirkung der JHA über die Imago auf das Ei untersucht worden war, blieb die Frage offen, wie sich eine Behandlung der Elterntiere mit JHA auf die folgenden Generationen auswirkt. Zur Klärung dieser Frage wurden zur Kontrolle der Fertilität der Eier der F_1 4 Wanzenpaare pro Versuchsglied in Einzelpaarhaltung gehalten. Dazu kamen noch 4 Paare der F_1 -Generation, die als Gruppe zusammengefaßt ebenfalls auf die Fertilität der von ihnen abgelegten Eier untersucht wurden. Die Versuchsdauer betrug 2 Monate von Beginn der ersten Eisblage an gerechnet.

Das Ergebnis zeigte keine Abnahme der Fertilität der Eier, sondern vielmehr eine normale Differenz zwischen Eizahl und Schlüpftrate; auch die Aufzuchttrate unterschied sich nicht wesentlich von der Kontrolle.

Anschließend wurde noch die F_2 -Generation untersucht. Da keine erkennbaren Unterschiede zwischen Parentalgeneration und F_1 festzustellen waren, wurde in der F_2 -Generation nur noch ein Gruppentest mit 10 Wanzenpaaren je Behandlungsglied durchgeführt. Von jeder dieser Gruppen wurden nur 10 Gelege ausgewertet.

Die Schlüpfraten waren gegenüber den Kontrollen wiederum nicht wesentlich verschieden. Die Larvalmortalität stieg dagegen zum großen Teil auf 100 %. Daher entwickelten sich in dem überwiegenden Teil der Behandlungen keine adulten Tiere. Dies war jedoch nicht auf die Behandlung mit JHA zurückzuführen, sondern auf eine plötzlich aufgetretene Krankheit, die eine Aufzucht der Wanzen fast unmöglich machte.

4.1.2. Ovizide Wirkung von JHA

Nachdem in den vorher besprochenen Versuchen festgestellt wurde, daß von den 3 geprüften Juvenilhormon-Analoga nur das Präparat 5181 einen deutlichen Sterilitätseffekt bedingte, sollte in den nächsten Experimenten untersucht werden, wie sich eine direkte Behandlung von Eiern auf die Embryonalentwicklung, Postembryonalentwicklung und Fortpflanzungsfähigkeit der aus behandelten Eiern hervorgegangenen Wanzen auswirkt (Versuchsmethodik s. 3.).

Jedes Versuchsglied bestand aus 6 Wiederholungen zu je 10 Eiern. Zunächst wurde in einem Vortest geprüft, ob überhaupt bei den JHA 5045, 5061, 5181, H₁, H₂ und H₃ eine ovizide Wirkung zu erwarten war. Frisch abgelegte Eier wurden in diesem Versuch in eine 1 %ige Lösung getaucht. Bis auf H₃ zeigten alle JHA eine 100 %ige ovizide Wirkung; H₃ wurde daraufhin in den folgenden Versuchen nicht mehr berücksichtigt.

Ausgehend von diesem Ergebnis folgten Versuche mit unterschiedlichen Konzentrationen der JHA. Abb. 7 und 8 zeigen die in Säulen dargestellten prozentualen Mortalitätsraten der Eier.

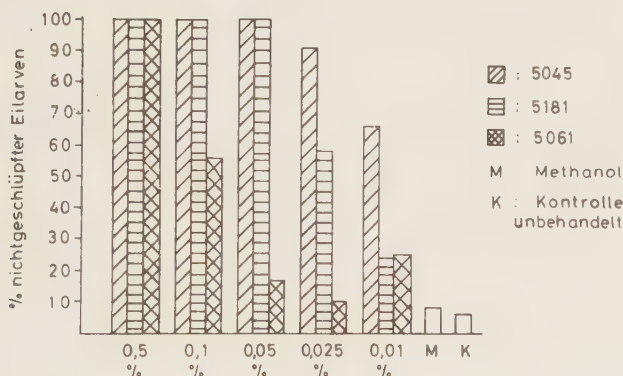


Abb. 7: Ovizide Wirkung der Präp. 5045, 5061 u. 5181 bei frisch abgelegten Eiern von A.o.bechuana

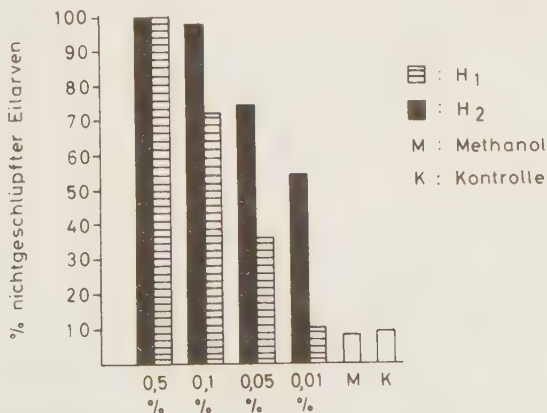


Abb. 8: Ovizide Wirkung der Präp. H₁ u. H₂ bei frisch abgelegten Eiern von A.o.bechuana

Daraus ergeben sich für die einzelnen JHA folgende LD₅₀-Werte:

5045 : 0,01 %

5061 : 0,1 %

5181 : 0,025 %

H₁ : 0,075 %

H₂ : 0,01 %

Alle L₁-Larven aus Eiern, die mit niedrigeren Konzentrationen behandelt waren, wurden aufgezogen und die resultierenden Imagines auf ihre Fortpflanzungskeapazität überprüft.

Tab. 1: Aufzuchtergebnis von A.o.bechuana aus mit JHA behandelten Eiern und Fertilitätskontrolle der von den Imagines abgelegten Eier.

Präp.	Konz. tra- tion %	Larvenstadium					Ima- gines		Larv. mort. %	Zehl d. unter- suchten Paare*)	Fertili- tät der Eier i.%
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	♀♀	♂♂			
5045	0,01	18	18	10	7	7	2	5	65	2	92
M	-	46	44	32	28	26	15	11	44	10	87
K	-	51	42	28	24	23	10	13	55	10	91
5061	0,1	24	20	12	10	9	3	6	67	3	85
	0,05	46	45	33	29	27	10	16	48	10	89
	0,025	54	48	37	32	29	19	10	47	10	84
	0,01	45	43	29	25	23	8	14	52	8	92
M	-	52	48	36	33	28	15	13	54	10	90
K	-	57	53	34	31	31	8	23	54	8	93
5181	0,025	23	23	15	13	13	9	4	52	9	87
	0,01	43	41	30	27	25	9	13	52	9	96
M	-	52	47	36	32	31	13	18	59	10	88
K	-	46	42	28	24	20	10	9	41	10	91

*) Die untersuchten Paare stammen von den Imagines, die sich aus den mit JHA behandelten Eiern entwickelt hatten.

Die Ergebnisse der Larvensaufzucht sind in Tab. 1 aufgeführt. Bei den höchsten Konzentrationen von Präp. 5045 und 5061 liegt gegenüber den Kontrollen eine etwas höhere Larvenmortalität vor (Die Larvenmortalität errechnet sich aus der Differenz zwischen der Zahl der L_1 und der Anzahl aufgezogener Imagines). Zur Überprüfung der aus mit JHA behandelten Eier hervorgegangenen Imagines auf ihre Fortpflanzungsfähigkeit wurden nach Möglichkeit 10 Paare/Konzentration (Tab. 1 -Zahl der untersuchten Paare-) zu einer Gruppe zusammengefaßt. Pro Gruppe wurden die ersten 20 Gelege einzeln zum Schlüpfen gebracht; anschließend erfolgte eine Auswertung der Schlüpftrate. Das durchschnittliche Schlüpfergebnis ist in Tab. 1 in % unter "Fertilität der Eier" aufgeführt. Das Resultat ist ausgeglichen und die Werte der behandelten Tiere unterscheiden sich nicht wesentlich von denen der Kontrollen.

Nachdem geklärt worden war, in welchen Konzentrationen die einzelnen Hormone wirksam sind, mußte noch untersucht werden, bis zu welchem embryonalen Entwicklungsstadium eine letale Wirkung der JHA möglich ist. Zu diesem Zweck wurden Eier 5, 24, 48, 72, 96 und 120 Stunden nach der Ablage mit einer Dosierung behandelt, die bei vorangegangenen Versuchen bei bis 24 Std. alten Eiern eine 100 %ige Mortalität hervorgerufen hatte. Das Ergebnis ist für alle JHA graphisch in den Abb. 9 und 10 dargestellt.

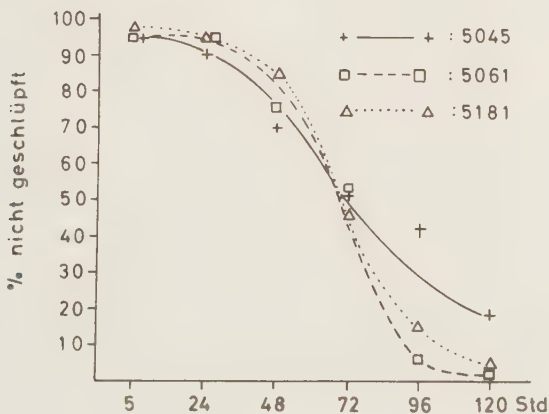


Abb. 9: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181) auf Eier unterschiedlichen Alters

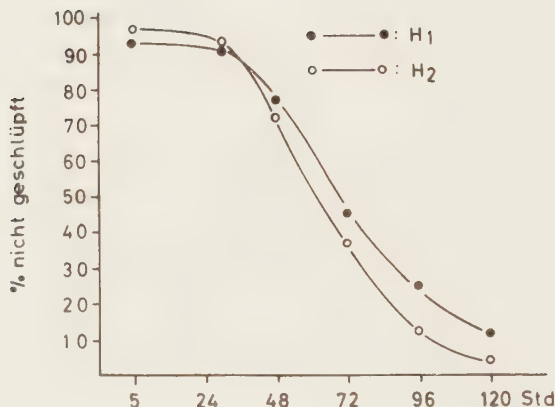


Abb. 10: Wirkung von JHA (H_1 , H_2) auf Eier unterschiedlichen Alters

Die LD 50-Werte sind um den 3. Tag herum ziemlich übereinstimmend. Bei den JHA 5061, 5181, H_1 und H_2 ist ab 24 Stunden nach der Ablage ein relativ steiler Abfall von hoher Wirkung zum LD 50-Wert zu verzeichnen. Bei Präp. 5045 zeigt sich ein flacherer Abfall bei einer relativ hohen Wirksamkeit bis zum 96 Stunden-Wert.

Die Larven, die in diesen Versuchen schlüpften, wurden aufgezogen und die Sterblichkeitswerte in den einzelnen Stadien registriert. In Tab. 2 sind die Ergebnisse festgehalten. Es zeigte sich, daß nur wenige Larven des "48-Stunden-Versuches" das kritische L_3 -Stadium erreichen. In diesen Fällen scheint der Embryo noch so geschädigt worden zu sein, daß die postembryonale Entwicklung gestört ist. Fast alle aus später behandelten Eiern hervorgegangenen Larven zeigten eine normale Mortalität, die sich von der in der Methanolkontrolle nur unwesentlich unterscheidet.

Zur Kontrolle der Fertilität der P-Generation wurden jeweils bis zu 10 Weibchen in einem Gruppentest untersucht (Tab. 2). Von jeder Gruppe wurden die ersten 20 Gelege registriert. Die durchschnittliche Schlüpfquote der Larven aus den abgelegten Gelegen wurde unter "Fertilität der Eier in %" in Tab. 2 aufgenommen. Sie unterscheidet sich in keinem Falle wesentlich von der in der Methanolkontrolle.

Tab. 2: Aufzuchtergebnis des Ei-Applikationsversuches, in dem unterschiedlich alte Eier behandelt wurden und Fertilitätskontrolle der von den aufgezogenen Imagines abgelegten Eier.

Präp.	Std. nach Eiab- lage	Larvenstadium					Ima- gines		Larv. mort. %	Zahl d. unter- suchten Paare*)	Fertili- tät der Eier in %
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	♀♀	♂♂			
H ₁	48	13	12	5	3	2		2	84	-	
	72	33	28	23	19	18	7	8	54	7	88
	96	45	43	29	25	23	11	8	57	10	85
	120	52	49	32	28	23	5	13	65	5	92
CH ₃ OH	5	55	53	24	23	18	8	9	69	8	87

H ₂	48	16	11	3	2	-	-	-	100	-	
	72	38	35	29	26	26	15	8	39	10	83
	96	53	46	33	31	24	10	13	56	10	89
	120	56	43	36	31	27	12	13	55	10	85
CH ₃ OH	5	57	53	32	30	26	8	12	65	8	84

5045	48	15	12	4	3	2	1	1	86	1	90
	72	28	22	16	13	12	7	3	64	5	89
	96	34	31	19	16	15	7	8	55	7	93
	120	49	41	30	27	25	8	15	53	8	86
CH ₃ OH	5	52	49	27	24	21	15	6	59	10	91

*) s. Fußnote Tab. 1

Fortsetzung Tab. 2

Präp.	Std. nach Eiab- lage	Larvenstadium							Larv. mort. %	Zahl d. unter- suchten Paare*)	Fertili- tät der Eier in %
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	♀♀	♂♂			
5061	48	12	3	-	-	-	-	-	100	-	-
	72	28	22	13	12	10	5	4	59	5	85
	96	56	42	32	27	21	15	6	62	10	83
	120	57	53	39	35	31	10	21	63	10	89
CH ₃ OH	5	58	52	50	33	26	13	10	60	10	86

5181	48	4	-	-	-	-	-	-	100	-	-
	72	32	21	14	11	7	5	2	78	4	93
	96	51	47	40	36	34	12	19	39	10	87
	120	57	48	31	26	21	10	9	66	10	91
CH ₃ OH	5	55	52	34	29	23	15	7	60	10	89

Die im Konzentrations- (Abb. 7 u. 8) und Zeittest (Abb. 9 u. 10) abgelegten Eier, aus denen keine Larven geschlüpft waren, wurden in Alkohol fixiert und auf ihre embryonale Entwicklung hin untersucht. Dies geschah rein visuell durch das mit Bleichwasser geklärte Chorion. Zum Teil wurden die Embryonen auch aus der Eischale herauspräpariert, um sie besser beobachten zu können.

Das Resultat war sehr einheitlich. In allen Eiern, in denen eine Entwicklung stattgefunden hatte, zeigte der Embryo fast eine normale Ausbildung. Morphologische Unterschiede bestanden aber in der Form und Größe der Extremitäten. Mit JHA behandelte Embryonen hatten verkürzte Beine, Fühler und Saugrüssel. Bei normalen Embryonen bedeckten die Gliedmaßen kurz vor dem Schlüpfen die gesamte Ventralseite des Abdomens, bei behandelten nur etwa die Hälfte. Kopf, Thorax und Abdomen zeigten keine Abnormitäten (Abb. 11).

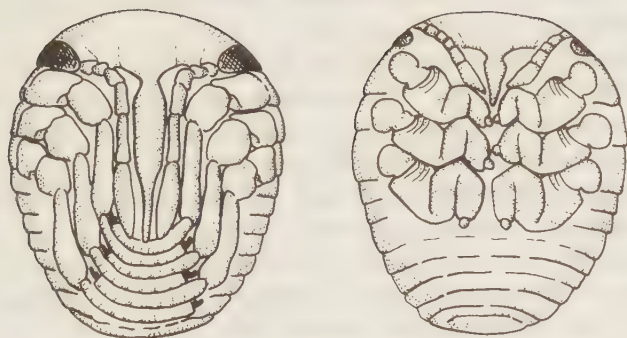


Abb. 11: Ausgewachsene Embryonen aus einem unbehandelten Ei (links) und einem mit JHA behandelten Ei (rechts)

4.2. Behandlung des 5. Larvenstadiums von A.o.bechuana und A.o.ghesquierei mit JHA

Neben der Embryonalentwicklung ist die Metamorphose der Insekten durch JHA beeinflussbar. Eine Behandlung des 5. Larvenstadiums kann bei Heteropteren zu zusätzlichen Larvenstadien oder Zwischenformen zwischen Adulten und Larven (Adultoiden) (WILLIAMS & SLÁMA 1966, WIGGELSWORTH 1969) führen.

Die aromatischen JHA 5045, 5061 und 5181 zeigten in Tests an Larven der Pentatomiden Graphosoma italicum, Aelis acuminata L. und Eurygaster integriceps^{2,4} keine besonders guten Resultate (SLÁMA 1971 und briefliche Mitteilungen).

Auf Grund dieser Befunde war es von Interesse, die gleichen JHA an tropischen Pentatomiden der Gattung antestiopsis zu untersuchen und die Ergebnisse mit denen von 3 nicht aromatischen JHA (H_1 , H_2 und H_3) zu vergleichen.

4.2.1. Bestimmung der ID 50 Morph-Dosis

5. Larven von A.o.bechuana und A.o.ghesquierei wurden mit unterschiedlich hohen Konzentrationen der einzelnen JHA behandelt (Methode s. 3.3.). Die auftretenden morphologischen Defekte wurden nach dem Schlüssel von WILLIAMS & SLÁMA (1966), der geringfügig abgeändert wurde, wie folgt klassifiziert:

- O Normal entwickelte Imagines
- I Geringfügig geschädigte Imagines; Hemielytren verkürzt und verformt, mit larvaler Kutikula an den Spitzen; Ausbildung der Hinterflügel unvollständig; Abdomen mit schwarzer adulter Kutikula bedeckt.
- II Adoltoide, deren Hemielytren mehr larvalen als adulten Charakter aufweisen; larvale Hinterflügellappen erhalten; Abdomen neben wenigen larvalen Flecken überwiegend mit schwarzer imaginaler Kutikula bedeckt.
- III Adoltoide mit larvalen Flügelscheiden; etwa die Hälfte des Abdomens mit larvaler Kutikula bedeckt.
- IV Nahezu voll ausgebildetes 6.Larvenstadium; Abdomen mit wenigen schwarzen Feldern imaginaler Kutikula bedeckt.⁶⁾
- V Voll ausgebildetes 6.Larvenstadium

Um die einzelnen JHA hinsichtlich ihrer Wirkung miteinander vergleichen zu können, wird international die sog. ID 50 Morph ermittelt. Sie fällt etwa mit der Schlüsselstufe III zusammen. ID 50 Morph bedeutet "Inhibitionsdosis - 50%ige Hemmung des Metamorphoseprozesses nach morphologischen Merkmalen beurteilt". Sie ist ein brauchbarer, wenn auch etwas subjektiver Maßstab für die Wirkung verschiedener Juvenilhormon-Analoga.

Da in jeder Behandlungsstufe die einzelnen Schlüsselzahlen nicht immer klar auftreten, sondern meist Abweichungen nach der einen und anderen Seite zustandekommen, wurden für die graphischen Darstellungen Mittelwerte nach REDFERN et al. (1970) gebildet. So treten z.B. bei einer ID 50-Dosis (10 Tiere behandelt) 1 x IV, 7 x III und 2 x II auf. Der Mittelwert entsteht dann folgendermaßen:

$$\frac{1 \times IV + 7 \times III + 2 \times II}{10} = 2,9 = \text{Mittelwert}$$

4.2.2. Untersuchungen über die Wirkung verschiedener JHA-Konzentrationen

Diese Untersuchungen wurden am 5.Larvenstadium von A.o.bechuane bei 2 Wiederholungen durchgeführt. In einem Vorversuch wurden 10 Tiere/Konz. behandelt. In der Wiederholung wurden 20 Larven

- c) Zusatz zum Schlüssel: Imaginale und larvale Kutikula unterscheiden sich durch bestimmte morphologische Strukturen. Während die Larvalkutikula glatt ist, ist die imaginale mit vielen regelmäßig angeordneten Vertiefungen versehen.

verwendet. Für A.o.ghesquierei standen im Vorversuch nur 5 Larven zur Verfügung; der Hauptversuch wurde jedoch mit 20 Tieren/Konz. durchgeführt. An A.o.bechuana wurden 5 JHA getestet. H₃ schied aus, da es in einem Vorversuch mit 10 µg/ul keine Wirkung gezeigt hatte. A.o.ghesquierei konnte nur mit den 3 Präparaten 5045, 5061 und 5181 behandelt werden, da nicht genügend Larven zur Verfügung standen.

Das Ergebnis der Versuche ist für A.o.bechuana in Abb. 12 und 13 und für A.o.ghesquierei in Abb. 14 dargestellt. Die 3 JHA 5045, 5061 und 5181 zeigten eine relativ gute Wirkung (Abb. 12), während die Verbindungen H₁ und H₂ wesentlich schlechter abschnitten (Abb. 13).

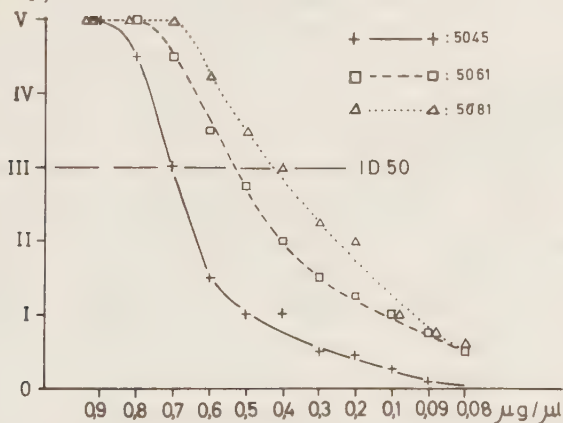


Abb. 12: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181) auf 5. Larven von A.o.bechuana

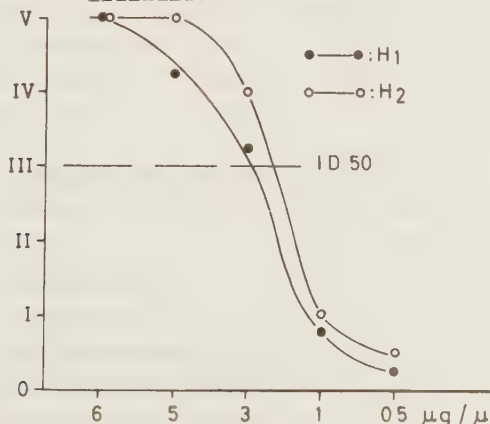


Abb. 13: Wirkung von JHA (H₁, H₂) auf 5. Larven von A.o.bechuana

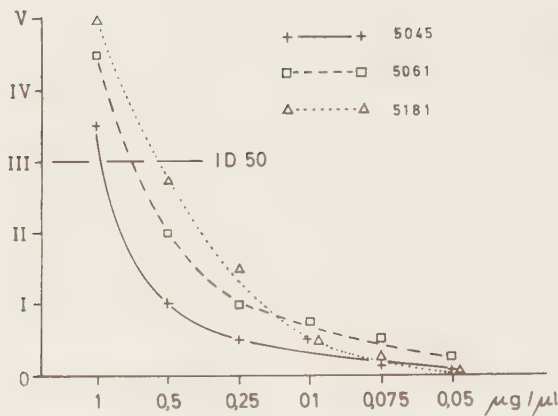


Abb. 14: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181) auf 5. Larven von A.o. ghesquierei

Im einzelnen liegen die ID 50-Werte etwa wie folgt:

<u>A.o. bechuana</u>	<u>A.o. ghesquierei</u>
5045 : 0,7 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$	5045 : 0,9 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$
5061 : 0,5 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$	5061 : 0,7 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$
5181 : 0,4 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$	5181 : 0,6 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$
H_1 : 3 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$	
H_2 : 1,6 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$	

Die Ergebnisse von A.o. ghesquierei liegen in der Regel nur wenig über denen von A.o. bechuana, was nicht überrascht, da es sich um zwei Subspecies der gleichen Art handelt. JHA 5181 schneidet bei Konzentrationen von 0,4 und 0,6 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ bei beiden Subspezies am besten ab. Der Wirkungsunterschied zwischen A.o. bechuana und A.o. ghesquierei könnte möglicherweise damit erklärt werden, daß die Wirkung der Hormone bei dem Versuch mit A.o. ghesquierei, der ein Jahr später durchgeführt wurde, bereits nachgelassen hatte.

Genaue Aufzeichnungen über die Dauer der Entwicklung der behandelten 5. Larven ergeben für alle JHA in den höheren Konzentrationsbereichen eine Verkürzung der Entwicklungsdauer zum adulten Tier um 3 Tage. Die normale Entwicklungsdauer beträgt 15-16 Tage.

Die aus den mit 5045, 5061 und 5181 behandelten Larven hervorgegangenen Imagines wurden einzeln in Paaren gehalten. Bei ihnen wurden die abgelegten Gelege und die Aufzuchttrate pro Pärchen registriert. Pro Konzentration wurden jeweils 5 Paare isoliert. Es wurde dabei darauf geachtet, daß es sich immer um Tiere der entsprechenden Schädigungsstufe handelte. So kamen z.B. für die Dosis $0,7 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ beim JHA 5045 nur Adultoide der Stufe III in Frage. In einigen Fällen konnten unter diesen Bedingungen keine 5 Pärchen zusammengestellt werden, da nicht genügend männliche oder weibliche Partner vorhanden waren. In diesem Falle wurde -wenn möglich- auf Männchen oder Weibchen der gleichen Schädigungsstufe vom gleichen JHA, aber anderer Anwendungskonzentration, zurückgegriffen. Pro Paar wurden möglichst 5 Gelege kontrolliert. Jedes Gelege wurde isoliert zum Schlüpfen gebracht. Nachdem sich die L_1 zur L_2 gehäutet hatten, wurden sie getrennt nach Behandlungen zusammengefaßt und aufgezogen. Während der Aufzucht wurde die Mortalität in den jeweiligen Entwicklungsstadien durch Auszählungen ermittelt.

Das Ergebnis ist in den Tabellen 3a,b,c aufgeführt. Es geht daraus hervor, daß Adultoide der Stufe III nur ganz wenige Eier ablegen und diese nicht fertil sind. Dies ist darauf zurückzuführen, daß aus morphologischen Gründen keine Begattung stattfand, was auch durch Beobachtungen bestätigt wurde.

Adultoide der Stufe II legen insgesamt etwas weniger Eier ab als die Kontrolltiere. Die L_1 -Schlüpftrate war normal. Das Aufzuchtergebnis liegt bei den Präparaten 5045 und 5181 niedriger als in den Kontrollen. Dieses Ergebnis ist aber nicht gesichert, da niedrigere Konzentrationen noch niedrigere Aufzuchtwerte ergeben. Die übrigen Eisblageziffern sind ziemlich ausgeglichen.

Das Aufzuchtergebnis schwankt bei allen 3 JHA stärker. Im ganzen kann man sagen, daß keine Nachwirkungen festzustellen sind. Vergleicht man die Aufzuchtwerte mit den in anderen Versuchen gewonnenen Werten, so bewegen sie sich in einem normalen Bereich. Ein groß angelegter Aufzuchtversuch (Abb. 15), der von 722 Eiern ausging, erbrachte ebenfalls nur eine Aufzuchttrate von 27 %. Deutlich lag auch hier -wie aus Tab. 3a, 3b und 3c ersichtlich ist- die höchste Mortalität im 2. Larvenstadium.

Tab. 3: Durchschnittliche Eiablage- (bis 5 Gelege/Paar) und Aufzuchtergebnisse von jeweils 5 Paaren/
Konzentration nach Behandlung mit unterschiedlichen JHA-Mengen im L₅.

a. JHA 5045

µg/µl/L ₅	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,09	0,08	M	K
Anzahl Paare	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Anzahl Gelege	2	22	25	22	25	25	23	25	25	25	25
Anzahl Eier	17	190	276	235	273	265	248	266	285	272	285
L ₁	-	178	245	219	245	248	225	228	255	248	256
L ₂	-	135	212	185	211	223	202	212	219	217	206
L ₃	-	75	123	118	85	178	123	76	158	142	166
L ₄	-	53	93	75	76	148	108	45	138	105	135
L ₅	-	48	75	68	53	135	85	38	117	85	124
Imagines	-	43	64	57	48	122	72	35	109	67	117
Aufzuchter- gebnis i. %*)	-	22,6	23,1	24,2	17,5	46,0	29,0	13,0	40,9	24,6	41,0

b. JHA 5061

$\mu\text{g}/\mu\text{l}/L_5$	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,09	0,08	M	K
Anzahl Paare	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Anzahl Gelege	-	-	1	25	20	25	25	25	25	25	25
Anzahl Eier	-	-	8	272	228	264	248	278	285	276	281
L_1	-	-	-	245	198	255	223	252	272	256	268
L_2	-	-	-	219	143	228	201	219	253	213	197
L_3	-	-	-	148	85	165	123	143	217	135	115
L_4	-	-	-	123	64	145	112	119	182	102	85
L_5	-	-	-	108	53	138	94	98	153	85	67
Imagines	-	-	-	98	48	134	83	98	141	76	49
Aufzuchtergebnis in % *)	-	-	-	36,0	21,0	50,7	33,4	31,6	49,4	27,5	17,4

µg/µl/L ₅	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,09	0,08	M	K
Anzahl Paare	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Anzahl Gelege	-	-	-	4	15	25	25	25	25	25	25
Anzahl Eier	-	-	-	36	117	256	265	275	263	259	276
L ₁	-	-	-	-	86	209	235	248	216	245	232
L ₂	-	-	-	-	67	185	207	216	198	231	217
L ₃	-	-	-	-	48	138	161	185	141	189	165
L ₄	-	-	-	-	37	123	134	123	122	171	148
L ₅	-	-	-	-	32	112	116	107	118	154	132
Imagines	-	-	-	-	28	106	111	85	113	148	128
Aufzuchter-*) gebnis in %	-	-	-	-	23,9	46,69	43,5	33,8	47,0	57,1	52,0

*) Differenz in % zwischen Anzahl der abgelegten Eier und aufgezogenen Imagines

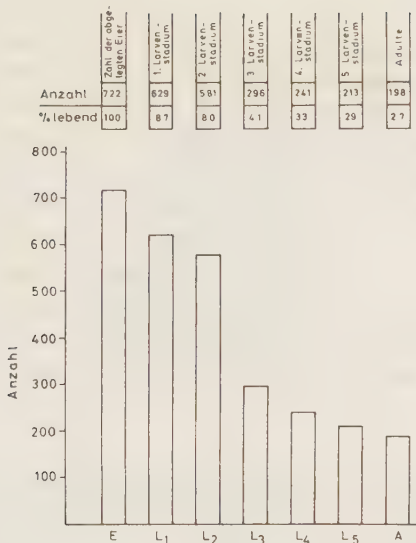


Abb. 15: Ergebnis eines Aufzuchtversuches aus unbehandelten Eiern von A.o.bechuana

In den oben besprochenen Untersuchungen über die Nachkommen behandelter Imagines wurden nur die ersten 5 Gelege erfaßt. Die mögliche Gesamteisblage und die Lebensdauer der behandelten P-Generation ist somit nicht berücksichtigt worden. Dies wurde in einem Wiederholungsversuch mit 30 L₅/Konzentration nachgeholt. Es wurden dabei folgende JHA-Mengen pro Tier appliziert: 5/1/0,5/0,25, 0,1 und 0,05 µg/µl. Die Konzentrationsabstufungen waren deshalb größer, weil die ID 50 Morph in diesem Fall nicht bestimmt werden sollte. In der Wirksamkeit der 3 aromatischen JHA ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede zu den ersten Versuchen.

Zur Untersuchung der Fertilität der Eier, der Zahl der insgesamt abgelegten Eier und der Lebensdauer der 6. Larvenstadien, Adultoiden und normalen Imagines wurden 10 Paare /Konzentration verwendet. Wie in vorangegangenen Versuchen wurden die Eigelege einzeln zum Schlüpfen gebracht und die Larven ab L₂ gemeinsam aufgezogen.

Das Ergebnis deckt sich in bezug auf die Fähigkeit der geschädigten Tiere zur Eiproduktion mit den in Tab. 3a, b und c behandelten Eisblageergebnissen. 6. Larvenstadien und Adultoide (Abb.16) legen keine bzw. nur ganz wenige nicht fertile Eier ab. Mit abnehmender Dosis/Tier steigt die Eizahl rasch an und entspricht bei den niedrigeren Dosierungen weitgehend den Kontrollen (Abb. 17). Es muß hinzugefügt werden, daß die Mortalität fertiler Eier beim Schlüpfen immer um 10 % liegt, die Kontrollen eingeschlossen. Auch das Aufzuchtergebnis, bezogen auf die absolut abgelegte Eizahl/Paar unterscheidet sich nicht wesentlich von den Kontrollen. Es liegt bei etwa 30 %. Betrachtet man die Lebensdauer der behandelten P-Generation, so ist auch hier eine Zunahme des Lebensalters mit Abnahme der Hormonmenge/Tier zu verzeichnen (Abb. 18).

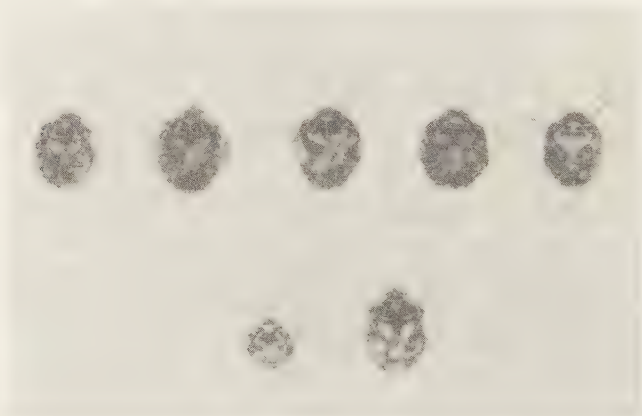


Abb. 16: Morphologische Veränderungen nach JHA-Applikation im 5. Larvenstadium bei A.o.bechuana

Obere Reihe: Schlüsselstufen I II III IV V
(von links nach rechts) (s.S. 22)

Untere Reihe: Unbehandeltes 5. Larvenstadium
und Imago

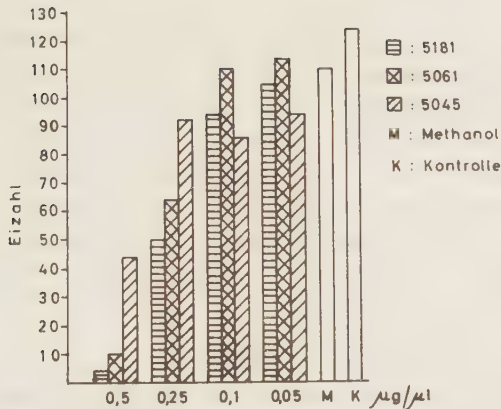


Abb. 17: Durchschnittliche Eiblagezahlen von Imagines nach JHA-Behandlung im L₅

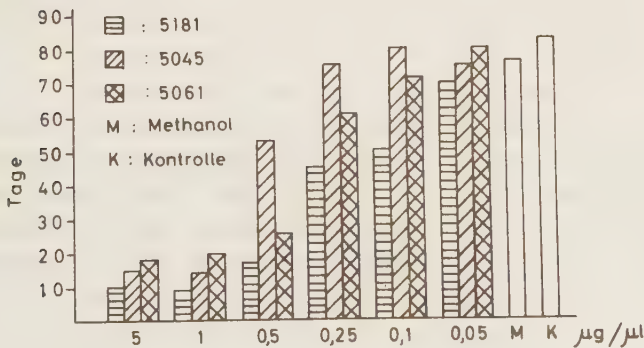


Abb. 18: Lebensdauer von Wanzen-Imagines (*A.o. bechuana*) nach JHA Behandlung im L₅

Für *A.o. ghesguierei* konnten nach Anwendung der 3 aromatischen JHA ähnliche Ergebnisse wie bei *A.o. bechuana* erzielt werden. Die Untersuchungen an den Nachkommen wurden hier nicht so detailliert durchgeführt. Es wurden lediglich die gehäuteten Tiere/Konzentration in Gruppen zusammengefaßt und ihre Lebensdauer registriert. Bei den anfallenden Eiern wurde der Fertili-

tätsprozentsatz festgestellt.

Adultoide der Stufe III waren nicht reproduktionsfähig. Die Eizahl stieg wie bei A.o.bechuana mit fallender Dosis an. Die Fertilität der abgelegten Eier lag bei 90 %. Im ganzen gesehen war die Lebensdauer von A.o.ghesquierei um 3 Wochen kürzer als bei A.o.bechuana. Das kann vielleicht z.T. wenigstens daran gelegen haben, daß A.o.ghesquierei unter anderen ökologischen Bedingungen um den Viktoriasee herum lebt und in Kiambu keine optimalen Lebensbedingungen vorfand. Dafür spricht auch, daß die Zucht sehr schwierig war und die Mortalität noch höher lag als bei A.o.bechuana.

4.2.3. Behandlung der F_1 -Generation

Um festzustellen, ob die Sensibilität des 5. Larvenstadiums gegenüber JHA verändert ist, wenn die Elterntiere schon einmal behandelt worden waren, wurden 5. Larven der F_1 -Generation aus den "Nachkommenversuchen" erneut mit den 3 aromatischen Präparaten behandelt. Auf jeweils 10 Larven wurde die ID 50 Morph-Dosis von 5045, 5061 und 5181 appliziert. Es konnte jedoch keine wesentlich veränderte Sensibilität festgestellt werden.

4.2.4. Bestimmung der sensiblen Phase

Es ist bekannt, daß Larvenstadien von vielen Insekten besonders in einer bestimmten Entwicklungsphase, nämlich zu Beginn des 5. Larvenstadiums, auf JHA reagieren (SLAMA & WILLIAMS 1966b, WILLIAMS & SLAMA 1966). Zur genauen Bestimmung dieser sensiblen Phase wurden 5. Larven von A.o.bechuana und A.o.ghesquierei 5, 24, 48, 72, 96, 120 und 144 Stunden nach der Häutung mit den 5 verfügbaren JHA behandelt. Es wurde dabei eine Dosierung gewählt, die bei früheren Versuchen mit Sicherheit zum 6. Larvenstadium geführt hatte.

Aus Abb. 19 geht hervor, daß beide Subspezies maximal nur bis 24 Stunden nach der Häutung sensibel sind. Danach läßt die Empfindlichkeit langsam nach. Nach 144 Stunden ist fast keine Reaktion mehr festzustellen. Da dies für alle geprüften JHA gleichermaßen gilt, sind in der Abbildung nur die Durchschnittswerte angegeben.

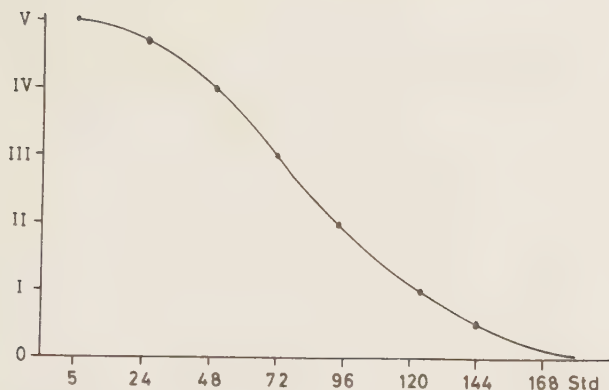


Abb. 19: Abnahme der Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181, H₁, H₂) bei unterschiedlich alten L₅ von A.o.bechuana und A.o.ghesquierei

4.3. Behandlung des 4. Larvenstadiums von A.o.bechuana

Das 5. Larvenstadium ist nach allem, was wir bisher wissen, gegenüber JHA das empfindlichste. Dennoch sollte ermittelt werden, ob auch das 4. Stadium von A.o.bechuana unter bestimmten Voraussetzungen reagiert. Aus diesem Grund wurden L₄ mit verschiedenen JHA-Konzentrationen behandelt. Durch diesen Versuch konnte festgestellt werden, daß wesentlich höhere Dosierungen der JHA angewendet werden müssen, um ähnliche Ergebnisse wie bei 5. Larven zu erzielen (Abb. 20 u. 21).

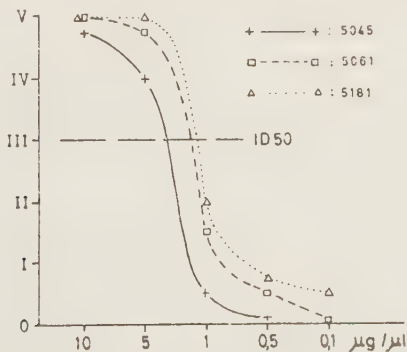


Abb. 20: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181) auf L₄ von A.o.bechuana

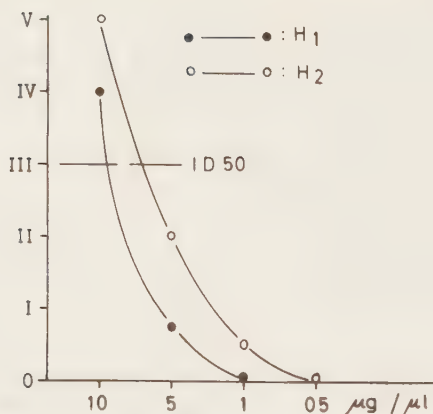


Abb. 21: Wirkung von JHA (H_1 , H_2) auf L_4 von A.O. bechuana

Die ID 50 Morph-Werte waren wie folgt:

5045	:	ca. 4	µg/µl
5061	:	"	2 µg/µl
5181	:	"	2 µg/µl
H_1	:	"	9 µg/µl
H_2	:	"	8 µg/µl

Ein bei diesen Versuchen beobachteter Nebeneffekt war die mit steigender JHA-Menge zunehmend geringere Pigmentierung des 5. Larvenstadiums. Eine charakteristische Gelbfärbung, die bei unbehandelten Tieren nach der Häutung zur L_5 und Imago einige Zeit erhalten blieb, verschwand nur sehr langsam, wenn niedrigere JHA-Konzentrationen angewendet worden waren. Bei höheren Dosierungen hielt sich diese "Chlorose" auf Dauer. Auch die adulten oder besser gesagt adultoiden Tiere blieben nach Applikation höherer Konzentrationen im 4. Larvenstadium gelb gefärbt. Nach einigen Tagen war bei ihnen jedoch eine Abnahme der Gelbfärbung zu beobachten.

Die Adultoiden und nicht geschädigten Tiere wurden in Gruppen zusammengefaßt und einer Kontrolle im Hinblick auf Lebensdauer und Fortpflanzungskapazität unterzogen. Wiederum wurden Eier nur ab Schlüsselstufe I-II abgelegt; diese Eier waren fertil. Die stärker geschädigten Tiere lebten etwa 1 Monat, die schwä-

cher geschädigten erreichten eine ähnliche Lebensdauer wie die Kontrolltiere, d.h. etwa 3 Monate.

4.4. Behandlung des 2. Larvenstadiums von A.o.bechuana

Als weiterer Versuch mit Larven wurde ein "Unterlagentest" mit den Präparaten 5045, 5061, 5181 und H₁ durchgeführt, der im folgenden beschrieben wird:

Filterpapier (4,5 cm Ø) in Petrischalen gleichen Durchmessers wurde mit 300 µl JHA-Lösung (Methanol + JHA) getränkt. Es wurden 3 verschiedene Konzentrationen, nämlich 300, 150, 75 µg/Filterpapier, verwendet. Als Versuchstiere wurden L₂ von A.o.bechuana herangezogen. Das Filterpapier verblieb während der Dauer der Larvalentwicklung in der Petrischale.

Aus den Versuchsergebnissen in Tab. 4 geht hervor, daß die benutzten JHA unter Laborbedingungen relativ langestabil und wirksam sind. Weiterhin scheint die Mortalität während der Larvalentwicklung zumindest bei den 2 Präparaten 5061 und 5181 zu steigen. JHA 5061 zeigt außerdem eine überraschend starke Wirkung. Darüber hinaus wurde beobachtet, daß alle Larven bei 300 µg ihre Gelbfärbung nach der Häutung zum 3. Larvenstadium beibehielten und sie während der gesamten Weiterentwicklung nicht mehr verloren.

Tab. 4: Aufzucht- und Auswertungsergebnisse des Unterlagentversuches mit 2. Larven

	Unterlagenkonz. µg/300 µl	Anzahl		Larvenstadien		Imagines	Schlüsselstufe
		L ₂	L ₃	L ₄	L ₅		
5045	300 µg	20	10	10	10	10	V
5045	150 µg	20	13	5	5	5	0
5045	75 µg	20	14	11	10	10	0 - I
5061	300 µg	20	7	6	1	-	-
5061	150 µg	20	10	3	3	3	V
5061	75 µg	20	9	7	5	5	III

Fortsetzung Tab. 4

Präp.	Unter- lagen- konz. µg/300 µl	Anzahl L ₂	Larvenstadien L ₃ L ₄ L ₅				Ima- gines	Schlüssel- stufe
5181	300 µg	20	9	6	3		3	V
5181	150 µg	20	3	3	3		3	0
5181	75 µg	20	15	12	11		10	0
H ₁	300 µg	20	13	9	8		8	III
H ₁	150 µg	20	15	10	8		7	0 - I
H ₁	75 µg	20	7	7	6		6	0
Kontr.	-	20	9	8	8		8	0
CH ₃ OH	300 µg	20	13	15	14		14	0

5. Wirkung von JHA auf den Eiparasiten Asolcus seychellensis

Insektizide wirken in der Regel nicht spezifisch, d.h. sie vernichten außer den Schädlingen, auf die sie wirken sollen, auch andere Lebewesen wie z.B. Nützlinge, die mit zur Eindämmung einer Schädlingspopulation beitragen. Im integrierten Pflanzenschutz versucht man, diese natürlichen Regulatoren zu erhalten. Dies ist nur möglich, wenn Insektizide eingesetzt werden, die nützlingsschonend wirken. JHA, die in absehbarer Zeit einmal als Schädlingsbekämpfungsmittel verwendet werden könnten, sind -soweit dem Autor bisher bekannt ist- nur in wenigen Fällen auf ihre Wirkung auf wichtige Glieder der Nützling fauna untersucht worden (VARJAS & SEHNAL 1973; NOVAK & SEHNAL 1973a).

Der folgende Beitrag zu dieser Frage befaßt sich mit A.seychellensis, einem in Ostafrika vorkommenden Eiparasiten von Antestiopsis spp. Es wurde geprüft, inwieweit durch eine Behandlung parasitierter Wanzen Eier mit JHA die Entwicklung des Nützlings beeinflusst wird.

A.seychellensis ist der wichtigste Eiparasit der Kaffeewanze im Raum von Kiambu. Trotz intensiver Suche konnte kein weiterer Parasit gefunden werden. Der Nützling ist seit langem bekannt; die Biologie der Wespe wurde von ANDERSON (1919) und DRY (1921) beschrieben. Der Parasit läßt sich im Labor ohne Schwierigkeiten züchten (Zuchtmethode s. 2.2.2.). Die Entwicklung von der Eiablage bis zum Schlüpfen dauert bei $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ 20-23 Tage.

Versuchsmethode:

Eier von A.o.bechuana und A.o.ghesquierei wurden wie bei den früheren Versuchen mit Wanzeiern für 3 Sek. in eine JHA-Lösung getaucht und dann jeweils 10 behandelte Eier auf mit Gaze bespannte Ringe gelegt. Die Ringe befanden sich auf einer mit Filterpapier bedeckten Glasplatte (Abb. 22 Mitte). Über dem Filterpapier befand sich eine Plexiglasplatte, die mit 3 Lochfeldern versehen war. Jedes der Felder bestand aus 3 x 5 Löchern, die so angeordnet waren, daß eine Plastikbüchse darübergestülpt werden konnte (Abb. 22 links). Zwischen den einzelnen Feldern befanden sich zwei Aussparungen für mit Wasser gefüllte Glasröhrchen, die das Filterpapier befeuchteten.

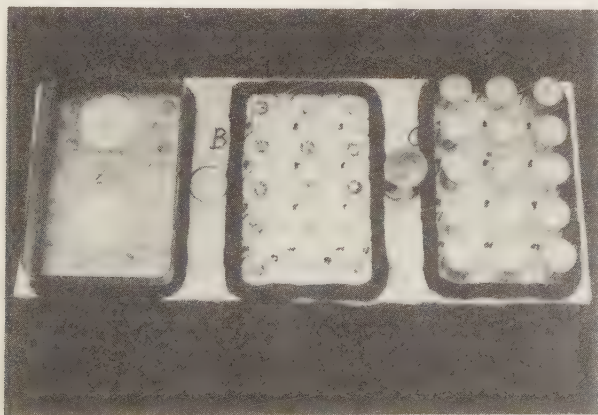


Abb. 22: Versuchsanordnung zum Parasitenversuch

Die Durchführung des Versuches erfolgte in folgender Weise: Die behandelten Eier wurden in die Löcher der Plexiglasplatte gelegt. Jeweils 3 Konzentrationen und die dazugehörigen Kon-

trollen konnten in dreifacher Wiederholung innerhalb eines Lochfeldes untergebracht werden. Anschließend wurden 20 Parasitenpärchen, die vorher mit CO_2 betäubt worden waren, eingesetzt und eine durchsichtige Plastikdose darübersetzt. Zur Abdichtung dieser Dose auf dem Boden wurde Knetgummi verwendet. Die Parasiten verblieben mit Futter (s. 2.2.2.) versehen 6 Tage in den Käfigen und wurden dann entfernt.

Wenn man bedenkt, daß jedes Parasitenweibchen etwa 60-70 Wanzen-eier belegen kann und unter der Plastikdose nur 150 Eier zur Verfügung standen, waren die Käfige mit 20 Pärchen überbesetzt. Es wurde aber davon ausgegangen, daß in kürzester Zeit möglichst alle Eier belegt werden sollten.

Nachdem die Wespen entfernt waren, wurde über jedes Gelege ein kleiner Käfig (Abb. 22 rechts) gestülpt, damit das Schlüpfen der Wanzenlarven und Parasiten aus jedem Gelege genau erfaßt werden konnte. Jeder Versuch wurde mit 3 Konzentrationen durchgeführt, die so hoch lagen, daß ein Schlüpfen von Wanzenlarven kaum mehr erwartet werden konnte. Pro Konzentration wurden 3 Gelege mit je 10 Eiern behandelt. Jedes Gelege galt als eine Wiederholung.

In Tab. 5 ist für A.o.bechuana und A.o.ghesquierei jeweils das Gesamtergebnis der 3 Wiederholungen aufgeführt. Vergleicht man die Schlüpfraten der Parasiten, die aus behandelten Eiern schlüpften, mit denen aus den Kontrollen, so ist praktisch kein Unterschied festzustellen. Für die Hormone 5045 und 5061 liegen die Werte bei A.o.bechuana geringfügig niedriger als in den Kontrollen; bei A.o.ghesquierei wurde dieser Effekt nicht beobachtet.

Mit den Hormonen H_1 , H_2 und H_3 wurde aus Mangel an Eiern nur ein kleiner Versuch durchgeführt. Er wurde in Tab. 5 (unten) berücksichtigt. Auch hierbei treten bei der relativ hohen Konzentration von 1 % keine nennenswerten Einwirkungen auf die Parasiten auf. Bei der Untersuchung der geschlüpften Parasitenimagines auf morphologische Defekte konnten keine Schäden festgestellt werden.

Um sicher zu gehen, daß die aus behandelten Eiern geschlüpften Tiere auch in ihrer Fortpflanzungskapazität nicht geschädigt waren, wurde ein "Nachkommengruppentest" durchgeführt, dessen Ergebnisse in Tab. 6 zu finden sind.

Tab. 5: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181, H₁, H₂, H₃) auf die Entwicklung des Eiparasiten A. seychellensis in Eiern von A.o.bechuana und A.o.ghesquierei.

		A.o.bechuana - Eier				A.o.ghesquierei - Eier					
		Parasitenschlupf				Parasitenschlupf					
JHA	Zahl Eier beh.	JHA Konz. %	nicht paras. Eier	nicht geschl. geschl.	% geschl.	nicht paras. Eier	nicht geschl. geschl.	% geschl.			
5045	30	0,1	28	2	25	3	27	3	23	4	85,1
	30	0,05	30	-	23	7	28	2	27	1	96,4
	30	0,01	29	1	22	7	25	5	25	-	100
CH ₃ OH	30	100	29	1	28	1	30	-	30	-	100
Kontr.	30	-	30	-	27	3	29	1	27	2	93,1
5061	30	1	30	-	23	7	28	2	26	2	92,8
	30	0,5	30	-	20	10	24	6	24	-	100
	30	0,1	30	-	21	9	26	4	25	1	96,1
CH ₃ OH	30	100	30	-	25	5	28	2	25	3	89,2
Kontr.	30	-	30	-	24	6	25	5	21	4	84,0

A.o.bechuana - EierA.o.ghesquierei - Eier

JHA	Zahl Eier beh.	JHA Konz. %	Parasitenschlupf				Parasitenschlupf					
			nicht Eier	paras. Eier	geschl. Eier	nicht % geschl.	nicht Eier	paras. Eier	geschl. Eier	nicht % geschl.		
	30	0,1	29	1	28	1	96,5	21	9	20	1	95,2
W	30	0,05	30	-	29	1	96,6	27	3	25	2	92,5
W	30	0,01	30	-	29	1	96,6	23	7	22	1	25,6
CH ₃ OH	30	100	29	1	29	-	100	28	2	27	1	96,4
Kontr.	30	-	30	-	30	-	100	27	3	25	2	92,5

H ₁	30	1 %	30	-	25	5	83,3
H ₂	30	1 %	29	1	24	5	82,7
H ₃	30	1 %	30	-	28	2	93,3
CH ₃ OH	30	100	28	2	28	-	100
Kontr.	30	-	29	1	28	1	96,5

Tab. 6: Kontrolle der aus mit JHA behandelten Eiern geschlüpf-
ten Parasiten auf ihre Reproduktivität.

Herkunft der Paras.	Anz. Paras.	Eier	L ₁ geschl.	Parasitenschlupf		
				geschl.	nicht geschl.	% geschl.
5045:o,1% <u>A.o.bechu-</u> <u>ana</u>	25	50	5	40	5	88,8
5061: 1% <u>A.o.bechu-</u> <u>ana</u>	23	50	8	35	7	83,3
5181:o,1% <u>A.o.bechu-</u> <u>ana</u>	28	50	3	38	9	80,8
5045:o,1% <u>A.o.ghes-</u> <u>guierel</u>	23	50	11	35	4	89,7
5061:1% <u>A.o.ghes-</u> <u>guierel</u>	26	50	9	31	10	75,6
5181:o,1% <u>A.o.ghes-</u> <u>guierel</u>	20	50	4	42	4	91,3
H ₁ : 1% <u>A.o.bechu-</u> <u>ana</u>	25	50	8	38	4	90,4
H ₂ : 1% <u>A.o.bechu-</u> <u>ana</u>	24	50	12	32	6	84,2
H ₃ : 1% <u>A.o.bechu-</u> <u>ana</u>	28	50	9	35	6	85,3
CH ₂ OH:100% <u>A.o.bechu-</u> <u>ana</u>	12	50	5	39	6	86,6
<u>A.o.ghes-</u> <u>guierel</u>	12					
Kontrolle						
<u>A.o.bechu-</u> <u>ana</u>	12	50	10	38	2	95,0
<u>A.o.ghes-</u> <u>guierel</u>	12					

Aus Mangel an Wanzen-eiern konnten nur die Tiere verwendet werden, die aus den mit den höchsten Konzentrationen behandelten Eiern stammten. Jeder Parasitengruppe wurden 50 Wanzen-eier zur Verfügung gestellt. Das Ergebnis ließ ebenfalls keine Rückschlüsse auf verminderte Fortpflanzungs-kapazität zu. Es konnte beobachtet werden, daß auch das Begattungs-, Such- und Eiablageverhalten keine Besonderheiten zeigten. Die Wespen der F₁-Generation hatten ebenfalls keine morphologischen Defekte.

Es soll noch erwähnt werden, daß sowohl von den durch Hormonbehandlung geschädigten Wanzenimagine (L₅ behandelt) als auch von den mit JHA behandelten adulten stammende Gelege auf Parasitierung untersucht wurden. Es handelte sich dabei nur um einen kleinen Versuch. Es konnte auch in diesem Falle niemals eine erhöhte Parasitenmortalität oder besser gesagt Schlüpfhemmung beobachtet werden.

Zu bemerken wäre noch, daß sich die Eiparasiten selbst in nicht befruchteten antestiopsis-Eiern entwickeln. Außerdem konnte festgestellt werden, daß A. seychellensis auch ältere Wanzen-eier erfolgreich belegen kann, da Versuche mit bis zu 5 Tage alten Eiern immer noch eine Schlüpf-rate bis zu 85 % ergaben.

6. Wirkung von JHA in Kombination mit dem Synergisten Mowilith

Es ist bekannt, daß die Wirkung einiger Insektizide durch Synergisten erhöht werden kann. Bei Pyrethrinen und Carbamaten wird z.B. eine eindeutig höhere Wirkung durch den Synergisten Sesoxan erreicht (FALES et al. 1957, ELDEFRAWI et al. 1959). Der Gedanke liegt nahe, ähnliche Effekte auch bei JHA zu erwarten. Erste Angaben darüber, daß JHA-Aktivität durch Synergisten gesteigert werden kann, sind bei BOWERS (1968), REDFERN et al. (1972) und SONNET et al. (1973) zu finden. Bekannt ist auch, daß verschiedene Insektizidsynergisten wie Sesoxan, Piperonyl-Butoxyd, Sesamin und Sesamol, wenn sie allein angewendet werden, juvenilhormonähnliche Effekte bewirken (BOWERS 1968).

Durch Zufall gelang es während der Durchführung der Arbeiten einen Stoff zu finden, der eine eindeutig steigernde Wirkung bei den aromatischen JHA bewirkte. Es handelte sich um Mowilith (Fa. Hoechst) (s. 2.5.).

6.1. Behandlung des 5. Larvenstadiums von A.o.bechuana und A.o.ghesquierei

Da nach der Entdeckung der Wirkungssteigerung durch Mowilith in einem Vorversuch immer noch die Möglichkeit eines übersehenen Fehlers bestand, wurde zuerst folgender Versuch angesetzt:

Je 20 L₅ wurden mit 10 µg/µl Mowilith,
20 mit 0,25 "/µl 5061 und weitere
20 mit 0,25 "/µl 5061 + 10 µg/µl Mowilith behandelt.

Bei 20 anderen Larven wurde der JHA-Tropfen auf das Pronotum und der Mowilithtropfen auf das Abdomen aufgebracht, wodurch eine Vereinigung der beiden Flüssigkeitstropfen verhindert werden konnte.

Das Ergebnis war wie folgt:

<u>Behandlung</u>	<u>Schlüssel nach Sláma</u>
Mowilith	0
JHA-5061	I - II
JHA-5061 + Mowilith	V
JHA-5061 Pronotum +	
Mowilith Abdomen	I - II

Somit war erwiesen, daß Mowilith die Wirkung von JHA verstärkt, zumal die Menge an JHA, die für die Kombination JHA + Mowilith benötigt wurde, aus der 0,25 µg-Lösung entnommen worden war. Mowilith allein zeigte bei 10 µg/µl keinen Effekt.

Nachdem feststand, daß Mowilith eine synergistische oder aktivierende Wirkung bei zumindest einem Hormon ausübt, mußte noch die optimale Anwendungskonzentration des Synergisten festgestellt werden.

10 L₅ wurden mit jeweils dem ID 50 Morph-Dosiswert der drei aromatischen Hormone und folgenden Konzentrationen des Mowilith behandelt: 0,1 %; 0,5 %; 1 %; 1,5 %; 2 %.

Der Versuch führte zu folgendem Ergebnis:

<u>Präp. 5045</u>	<u>Schlüssel</u>	<u>Präp. 5061</u>	<u>Schlüssel</u>
0,7 µg/µl + 0,1 %	III	0,5 µg/µl + 0,1 %	III - IV
0,7 µg/µl + 0,5 %	III-IV	0,5 µg/µl + 0,5 %	IV
0,7 µg/µl + 1 %	IV	0,5 µg/µl + 1 %	V
0,7 µg/µl + 1,5 %	IV	0,5 µg/µl + 1,5 %	V
0,7 µg/µl + 2 %	IV	0,5 µg/µl + 2 %	V

<u>Präp. 5181</u>	<u>Schlüssel</u>
0,4 µg/µl + 1 %	III
0,4 µg/µl + 0,5 %	II-III
0,4 µg/µl + 1 %	III
0,4 µg/µl + 1,5 %	III
0,4 µg/µl + 2 %	III

Aus den besprochenen Versuchen ergibt sich, daß die optimale Konzentration für Mowilith um 1 % = 10 µg/µl liegt.

Im folgenden Test wurde die ID 50 Morph für die aromatischen JHA + Synergist ermittelt. Die JHA wurden alle in einer 1 %igen Mowilith-Methanol-Mischung gelöst (Applikation s. 3.3.).

Für 5. Larven von A.o.bechuana ergaben sich die nachstehenden ID 50-Werte (Abb. 23):

5045 : 0,4 µg/µl	- 0,3 µg	Änderung der Applikations- menge /L ₅
5061 : 0,1 µg/µl	- 0,4 µg	
5181 : 0,5 µg/µl	+ 0,1 µg	

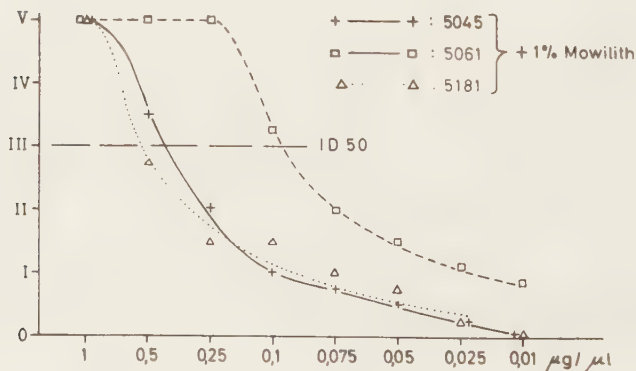


Abb. 23: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181) zusammen mit 1 % Mowilith auf L₅ von A.o.bechuana

A.o.ghesquierei reagierte etwas schwächer, was aber auf die an sich schon geringere Reaktion auf die drei Präparate auch ohne Synergistzusatz zurückzuführen ist (Abb. 24).

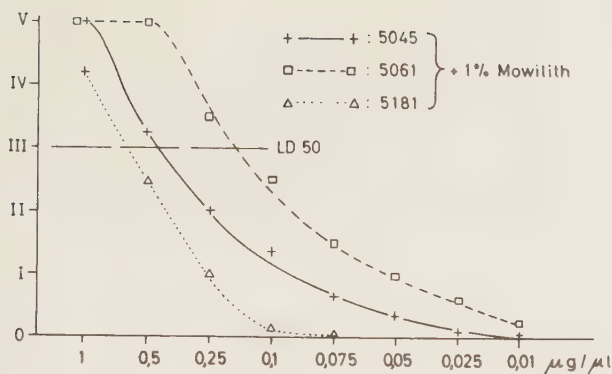


Abb. 24: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181) zusammen mit 1 % Mowilith auf L_5 von A.o.ghesquierei

Die ID 50 Morph-Werte betragen:

5045 : 0,5 µg/µl	- 0,4 µg	Änderung der Applikationsmenge / L_5
5061 : 0,2 µg/µl	- 0,5 µg	
5181 : 0,75 µg/µl	- 0,15 µg	

Durch diese beiden Versuche war festgestellt worden, daß Mowilith nur für die JHA 5045 und 5061 als Synergist geeignet ist, während es bei 5181 leicht antagonistische Wirkungen zeigt. Betrachtet man die Strukturformeln der 3 aromatischen Hormone, so fällt auf, daß 5045 und 5061 sich sehr ähnlich sind, während 5181 eine NO_2 -Gruppe am aromatischen Ring besitzt. Es ist wahrscheinlich, daß das abweichende Verhalten des letztgenannten JHA mit dieser Gruppe in Verbindung zu bringen ist.

In beiden Versuchen wurden die Imagines und Adultoiden in Gruppentests nur auf die Entwicklungsfähigkeit ihrer Eier untersucht. Aus technischen Gründen konnte die Lebensdauer nur unvollständig und die Aufzuchttrate überhaupt nicht ermittelt werden. Eine Entwicklungsfähigkeit der Eier ergab sich ab Stufe II-III, was wiederum auf morphologische Gründe zurückzuführen war. 6. Larvenstadien lebten in der Regel nicht länger als 14 Tage. Soweit beobachtet werden konnte, ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede im Vergleich zu den Nachkom-

men von nur mit JHA im 5. Larvenstadium behandelten Tieren.⁷⁾

6.2. Behandlung des 4. Larvenstadiums von A.o.bechuana

Nachdem eine Wirkungssteigerung der JHA mit Hilfe von Mowilith in Versuchen mit 5. Larven von A.o.bechuana erzielt werden konnte, lag es nahe, ähnliche Untersuchungen am 4. Larvenstadium durchzuführen. L_4 wurden deshalb kurz nach der Häutung mit den 3 JHA (5045, 5061, 5181) + Mowilith behandelt (Applikationsmethode s. 3.3.). Das Ergebnis ist in Abb. 25 graphisch dargestellt.

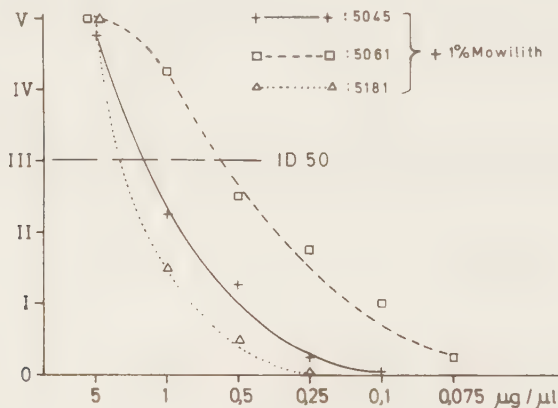


Abb. 25: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181) zusammen mit Mowilith auf 4. Larven von A.o.bechuana

Die ID 50 Morph-Werte liegen wie folgt:

	Änderung der Applika- tionsmenge / L_4
5045 + 1 % Mowilith : 2,5 µg/µl	- 1,5 µg ⁴
5061 + 1 % " : 0,7 µg/µl	- 1,3 µg
5181 + 1 % " : 4 µg/µl	+ 2 µg

Aus diesen Zahlen ist zu folgern, daß eine Wirkungssteigerung wiederum nur bei den JHA 5045 und 5061 zu verzeichnen war. Aus

7) Die Hormone H_1 und H_2 konnten in Kombination mit Mowilith nicht an Kaffeeenzeln untersucht werden, da sie zu spät verfügbar waren. In späteren Versuchen in Deutschland wurden diese Kombinationen an der Pentatomide Eurydema olera-ceum L. (Kohlwanze) geprüft. Mowilith zeigte dabei sowohl mit H_1 als auch mit H_2 keine fördernde Wirkung.

ungeklärten Gründen liegt bei JHA 5181 eine Abnahme der Wirkung vor. Da dieser Versuch gegen Ende der Arbeiten in Kenia durchgeführt wurde, kann neben einer antagonistischen Wirkung ein Abbau des Juvenilhormons nicht ganz ausgeschlossen werden. Untersuchungen der Nachkommen behandelter Tiere sind aus Zeitmangel nur unvollständig durchgeführt worden. Die Präovipositionszeit dauerte 20 Tage und die ersten abgelegten Eier waren fertil. Auffällige Verhaltensänderungen konnten nicht festgestellt werden.

6.3. Behandlung der Eier von A.o.bechuana

Um zu untersuchen, ob Mowilith auch die Wirkung von JHA auf Eier verstärkt, wurde folgender Versuch angesetzt: 60 frisch abgelegte Eier wurden mit verschiedenen JHA-Konzentrationen + 1%igem Mowilith behandelt (Applikationsmethode s. 3.3.). Das Ergebnis ist graphisch in Abb. 26 dargestellt.

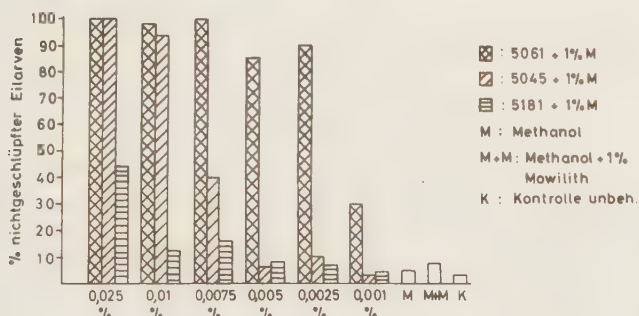


Abb. 26: Wirkung der JHA 5045, 5061 und 5181 zusammen mit 1% Mowilith auf frisch abgelegte Eier von A.o.bechuana

Folgende ID 50 Morph-Werte konnten ermittelt werden:

Konzentrationsänderung in %

5045 + 1 % Mowilith	: 0,008%	- 20
5061 + 1 %	" : 0,002%	- 80
5181 + 1 %	" : 0,025%	-

Mowilith zeigte seine synergistische Wirkung auch hier nur in Verbindung mit den Präparaten 5061 und 5045; allein angewendet hatte es keinen Effekt.

6.4. Wirkung von JHA + Mowilith auf den Eiparasiten

A.seychellensis

Da Mowilith auch bei Eibehandlungsversuchen die Wirkung der JHA 5045 und 5061 gesteigert hatte, wurde noch geprüft, ob die Entwicklung von Eiparasiten durch diese Kombinationen beeinflusst werden kann.

Jeweils 30 Eier pro Konzentration wurden mit JHA + 1%igem Mowilith nach der üblichen Applikationsmethode (s.3.3.) behandelt und in die unter 5. beschriebenen Käfige gelegt. Pro Plastikdose wurden 20 Parasitenpärchen eingesetzt, die in dem Käfig 6 Tage verblieben. Das Ergebnis kann Tab. 8 entnommen werden. Eine gesteigerte Mortalität der Eiparasiten im Ei kommt demnach nicht zustande.

Tab. 8: Wirkung von JHA (5045, 5061, 5181) zusammen mit 1% Mowilith auf die Entwicklung von A.seychellensis in Eiern von A.o.bechuana

Präp.					Parasitenschlupf		
	Zahl Eier beh.	JHA Konz. %	paras. Eier	nicht paras. Eier	geschl. geschl.	nicht geschl. geschl.	% geschl.
5045 + 1% Mow.	30	0,1	30	-	23	7	76,6
	30	0,05	28	2	26	-	92,8
	30	0,01	27	3	23	1	85,2
CH ₃ OH	30	100	30	-	28	2	93,3
CH ₃ OH + 1% Mow.	30	100 + 1	29	1	29	-	100
Kontr.	30	-	30	-	27	3	90,0
5061 + 1% Mow.	30	0,1	30	-	25	5	83,3
	30	0,05	30	-	27	3	90,0
	30	0,01	29	1	28	1	96,5
CH ₃ OH	30	100	30	-	29	1	96,6
CH ₃ OH + 1% Mow.	30	100 + 1	28	2	28	-	100
Kontr.	30	-	30	-	30	-	100

Fortsetzung Tab. 8

Präp.	Zahl Eier beh.	JHA Konz. %	paras. Eier	nicht paras. Eier	Parasitenschlupf		
					geschl.	nicht geschl.	% geschl.
5181 1% Mow. +	30	0,1	30	-	26	4	86,6
	30	0,05	27	3	25	2	92,6
	30	0,01	30	-	22	8	73,3
CH ₃ OH	30	100	29	1	28	1	96,5
CH ₃ OH + 1% Mow.	30	100 + 1	30	-	26	4	86,6
Kontr.	30	-	30	-	26	3	86,6

7. Phytoecdysone

Ecdyson ist das Häutungshormon der Insekten. Es wird in den Prothorakaldrüsen gebildet. Im Zusammenspiel mit JHA bewirkt es u.a. die Bildung der Larven-, Puppen- und Imaginalkutikula.

Ecdyson wurde erstmals von BUTENANDT & KARLSON (1954) aus den Puppen von Bombyx mori L. isoliert.

KARLSON (1956) fand in weiteren Untersuchungen, daß außer α -Ecdyson noch eine β -Form in B. mori vorhanden ist. MORIYAMA et al. (1970) stellten fest, daß α -Ecdyson unter anderem im Fettkörper zu β -Ecdyson umgewandelt wird. Welche Rolle letzten Endes die verschiedenen Ecdysone im biologischen Prozeß spielen, ist noch nicht genau geklärt. Man nimmt aber an, daß β Ecdyson allein für die Häutung zuständig ist.-Es ist bekannt, daß Insekten keine Steroide synthetisieren können. Die Grundbausteine für die Ecdysonbildung müssen über Symbionten des Darmes oder die Nahrung direkt gewonnen werden. Vermutlich kann Ecdyson aus Cholesterol der Nährpflanzen aufgebaut werden (KARLSON & HOFFMEISTER 1962).

NAKANISHI et al. (1966) und TAKEMOTO et al. (1967) gelang es erstmals, Phytoecdysone aus Pflanzen zu isolieren. Dies war überraschend, da man an sich nur die Grundbausteine für die Ecdysonbildung in der Pflanze erwartet hatte, aber nicht die Endprodukte selbst.

Phytoecdysone α und β unterscheiden sich in ihrer Wirkung und chemischen Struktur nicht von den aus Insekten isolierten Produkten.

Die Ecdysonverbindungen liegen in den Pflanzen z.T. in so hohen Konzentrationen vor (z.B. Polypodium vulgare: 1 % des Trockengewichts der Rhizome), daß sie für Laborversuche größeren Stils bereits zur Verfügung stehen.

Phytoecdysone sind im Gegensatz zu JH und dessen Analoga in allen Larvenstadien und im adulten Insekt wirksam (SCHNEIDERMAN 1972). Hinzu kommt, daß Arthropoden in der Regel durch hohe Konzentrationen von außen zugeführter Ecdysone abgetötet werden, wodurch diese Hormongruppe für den Einsatz gegen Insekten Interesse gewinnt.

7.1. Versuche am 5. Larvenstadium von A.o. bechuana

In einem Vorversuch wurden alle 5 verfügbaren Ecdysonpräparate (s. 2.3.2.) in 1,5 %iger Konzentration am frisch geschlüpften 5. Larvenstadium getestet (Lösungs- und Behandlungsmethoden s.3.3.). Bei jeder Larve wurde ein 1 µl großer Tropfen dorsal auf das Abdomen aufgebracht. Auf diese Weise erhielt jedes Tier 15 µg der Substanz. Pro Präparat wurden 15 Larven behandelt. Die Ergebnisse sind in Tab. 9 zusammengestellt.

Tab. 9: Wirkung topikaler Applikation von Ecdyson und Ecdysonanaloga auf 5. Larven von A.o. bechuana.

Präparat	µg/µl	geschlüpfte Imagines					Zahl nicht gehäuteter L ₅
		Zahl L ₅ beh.	Zahl L ₅ tot	normal	geschädigt	Summe (%)	
Ecdyson	15	15	1	11	1	12 (86)	2
Ecdyson	15	15	1	13	-	13 (93)	1
Makosteron	15	15	-	14	1	12 (100)	-
Inokosteron	15	15	3	8	4	12 (100)	-
Cysteron	15	15	1	-	3	3 (21)	11
Methanol	1 µl	15	-	15	-	15 (100)	-
Kontrolle	-	15	-	15	-	15 (100)	-

Aus der vorstehenden Tabelle geht deutlich hervor, daß außer Cysteron und Inokosteron kein anderes Präparat einen nennenswerten Effekt zustandegebracht hat. Auch die Wirkung von Inoko-

steron war so gering, daß die Verbindung in weiteren Versuchen nicht mehr berücksichtigt wurde. Wie schon bei JHA H₁ wurden alle Präparate, die in 1 %iger Konzentration keine Wirkung zeigten, in weitere Versuche nicht mehr aufgenommen. Von allen Phytoecdysonen blieb somit nur Cyasteron als wirksamste Verbindung übrig.

Die Wirkung des Cyasteron erstreckte sich über Flügel-, Scutellum- und Pronotum-Verkrüppelungen bis hin zu Schwierigkeiten bei der Häutung, die meist zum Tode führten. Im letzteren Fall platzten in der Regel die perforierten Nähte auf dem Pronotum, doch war ein Abstreifen der Exuvie nicht möglich. Wenn man die alte Kutikula künstlich abstreift, so fällt auf, daß die Exuvialflüssigkeit im Gegensatz zum normalen Tier Fäden zieht.

Da in einer Menge von 15 µg appliziertes Cyasteron fast letal wirkte, wurde zur Ermittlung der LD 50 folgender Versuch angestellt:

L₅ wurden mit verschiedenen Cyasteron-Konzentrationen behandelt, die durch Verdünnung einer Stammlösung von 1,5 % hergestellt worden waren. Pro Versuchsglied wurden 20 Larven behandelt. In Tab. 10 ist das Ergebnis dargestellt.

Tab. 10: Wirkung von Cyasteron in verschiedenen Konzentrationen auf L₅ von A.o.bechuana.

Präp.	µg/µl	<u>geschlüpfte Imagines</u>						Zahl nicht gehäut. L ₅	nicht gehäut. % L ₅
		Zahl L ₅ beh.	Zahl L ₅ tot	normal	leicht geschädigt	schwer geschädigt	Summe (%)		
Cyasteron	0,5	20	-	6	13	1	20(100)	-	-
	1	20	1	2	11	3	16(84)	3	16
	1,5	20	2	3	7	5	15(83)	3	17
	2	20	1	2	3	8	13(68)	6	32
	2,5	20	2	-	2	5	7(39)	11	61
	3	20	1	-	1	8	9(47)	10	53
	4	20	3	-	1	-	1(6)	16	94
	5	20	-	-	1	1	2(10)	18	90
	CH ₃ OH 1 µl	20	1	19	-	-	19(100)	-	-
Kontr.	-	20	-	19	1	-	20(100)	-	-

Aus den gewonnenen Werten geht hervor, daß die LD 50 Dosis/Larve bei etwa 2,5 - 3 µg/Tier liegt.

Ausgehend von dieser Dosierung wurde nun untersucht, ob für Cyasteron im 5. Larvenstadium eine sensible Phase entsprechend der bei Anwendung von JHA besteht. In dem hierfür angesetzten Versuch wurden 5. Larven im Alter von 1 bis 15 Tagen nach der Häutung im Abstand von 24 Stunden behandelt. Die Cyasteronmenge betrug 2,5 µg/µl/Tier. Jedes Tier wurde einzeln in einer Pillenschachtel gehalten. Das Versuchsergebnis ist in Tab. 11 wiedergegeben.

Tab. 11: Wirkung von Cyasteron auf unterschiedlich alte L₅ von A.o.bechuana.

Präp. µg/µl	Alter L ₅	Zahl L ₅	Zahl L ₅	geschlüpfte Imagines			Summe (%)	Zahl nicht gehäut. L ₅	nicht gehäut. L ₅
				nor- mal	leicht geschä- digt	schwer geschä- digt			
Cyasteron 2,5 µg/µl	1	10	1	1	2	3	6(67)	3	33
	2	10	-	1	3	2	6(60)	4	40
	3	10	1	-	2	2	4(44)	5	56
	4	10	-	-	4	3	7(70)	3	30
	5	10	-	-	7	1	8(80)	2	20
	6	10	-	-	1	1	2(20)	8	80
	7	10	1	-	2	3	5(56)	4	44
	8	10	-	-	8	-	8(80)	2	20
	9	10	-	1	-	2	3(30)	7	70
	10	10	-	-	4	3	7(70)	3	30
	11	10	-	-	2	3	5(50)	5	50
	12	10	-	-	1	3	4(40)	6	60
	13	10	1	-	1	5	6(67)	4	33
	14	10	-	1	3	2	6(60)	4	40
	15	10	-	-	2	4	6(60)	4	40

Aus Tab. 11 geht hervor, daß eine sensible Phase, wie sie für JHA besteht, für Cyasteron im 5. Larvenstadium nicht vorhanden ist, da die Wirkung des Phytoecdysons bis zum 15. Tag nicht ab-

nimmt. Die Entwicklung der L_5 zur Imago dauerte 18-20 Tage. Auffällig ist weiterhin ein zyklisches Ansteigen der Mortalität. Tiere, die am 3., 6., 9. und 12. Tag behandelt worden waren, wiesen eine erhöhte Sterblichkeit auf. Zur besseren Veranschaulichung ist dieses Phänomen in Abb. 27 graphisch dargestellt.

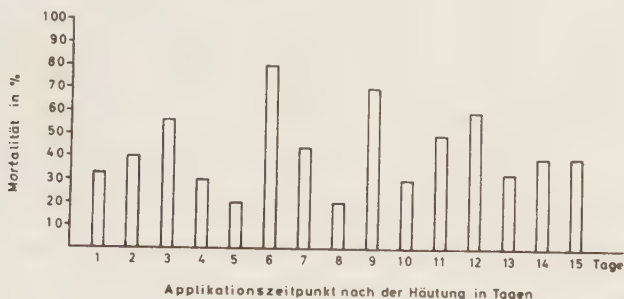


Abb. 27: Zyklisches Ansteigen der Mortalität nach Applikation von Cyasteron auf unterschiedlich alte L_5 von A.o.bechuana

Dieser zuletzt genannte Effekt ist mit Vorsicht zu betrachten, da die Tierzahl pro Versuchsglied (10 Larven) relativ niedrig war.

7.2. Wirkung von Cyasteron kombiniert mit JHA 5045

Nachdem in vorangegangenen Versuchen die Wirkung von JHA und Cyasteron auf 5. Larvenstadien von A.o.bechuana untersucht worden war, wurde noch ein Testversuch in Richtung auf eine mögliche Kombinationswirkung von 5045 und Cyasteron durchgeführt. Im Hinblick darauf, daß die JHA-Wirkung im Zusammenhang mit der DNS-Verdoppelung steht (HINTON 1963; ZLOTKIN & LEVINSON 1968) und Ecdyson vermutlich in die RNS-Synthese eingreift (KARLSON 1966, KRÖGER 1967), wurde angenommen, daß eine Erhöhung des Titters beider Hormone die Entwicklung eines Insekts stärker negativ beeinflusst als die alleinige Anwendung von JHA oder Phytoecdysonen. Ausgehend von dieser Annahme wurde das 5. Larvenstadium der Kaffeewanze mit einer von 0,5-1 μg /Tier steigenden Dosis Cyasteron behandelt. Jede Konzentration wurde mit 5 verschiedenen Dosierungen des JHA 5045 (0,05 μg - 1 μg /Tier) kombiniert. Auf diese Weise konnten 25 Kombinationen von Cyasteron

mit Präp. 5045 getestet werden. Zuerst wurde der Cyasteron- und danach der JHA-Tropfen aufgetragen. Das Ergebnis ist aus Tab. 12 ersichtlich.

Tab. 12: Wirkung topikaler Applikation von Cyasteron kombiniert mit JHA 5045 auf L₅ von A.o.bechuana.

Cyaste- ron µg/µl	5045 µg/µl	L ₅ beh.	L ₅ tot	geschlüpfte Imagines			Summe (%)	Zahl nicht gehäut. L ₅	nicht gehäut. L ₅ %
				nor- mal	leicht geschä- digt	schwer geschä- digt			
0,05	0,05	10	-	6	3	-	9 (90)	1	10
0,05	0,1	10	-	2	7	-	9 (90)	1	10
0,05	0,25	10	-	1	8	1	10 (100)	-	-
0,05	0,5	10	-	2	6	1	9 (90)	1	10
0,05	1	10	-	1	1	3	5 (50)	5	50
0,05	-	10	-	6	2	-	8 (80)	2	20
0,1	0,05	10	-	3	4	-	7 (70)	3	30
0,1	0,1	10	-	1	7	-	8 (80)	2	20
0,1	0,25	10	-	1	7	1	9 (90)	1	10
0,1	0,5	10	-	-	8	-	8 (80)	2	20
0,1	1	10	-	1	1	6	8 (80)	3	20
0,1	-	10	-	4	6	-	10 (100)	-	-
0,25	0,05	10	-	3	6	-	9 (90)	1	10
0,25	0,1	10	1	-	9	-	9 (100)	-	-
0,25	0,25	10	-	1	7	-	8 (80)	2	20
0,25	0,5	10	-	-	4	5	9 (90)	1	10
0,25	1	10	-	-	1	5	6 (60)	4	40
0,25	-	10	-	1	6	-	7 (70)	3	30
0,5	0,05	10	1	1	5	-	6 (67)	3	33
0,5	0,1	10	-	2	5	-	7 (70)	3	30
0,5	0,25	10	-	3	5	-	8 (80)	2	20

Cyaste- ron µg/µl	5045 µg/µl	L ₅ beh.	L ₅ tot	nor- mal	geschlüpfte Imagines		Summe (%)	Zahl nicht gehäut. L ₅	nicht gehäut. L ₅ %
					leicht geschä- digt	schwer geschä- digt			
0,5	0,5	10	-	-	1	1	2 (20)	8	80
0,5	1	10	1	-	-	3	3 (33)	6	67
0,5	-	10	1	2	4	2	8 (89)	1	11
1	0,05	10	-	3	5	-	8 (80)	2	20
1	0,1	10	1	-	1	2	3 (33)	6	67
1	0,25	10	-	-	1	4	5 (50)	5	50
1	0,5	10	-	-	1	2	3 (30)	7	70
1	1	10	-	-	-	1	1 (10)	9	90
1	-	10	1	3	4		7 (78)	2	22

Aus den Zahlen geht hervor, daß mit steigendem Anteil beider Hormone die Mortalität rasch ansteigt. Jedes Präparat für sich allein zeigt in den verwendeten Konzentrationen nur eine unbedeutende Mortalität. In Kombination steigt die Sterblichkeit für 1 µg 5045 + 1 µg Cyasteron auf fast 90 %. Bei dieser Dosierung steigt die Mortalität für Cyasteron allein nur auf 16 % (Abb. 10). 5045 zeigt zwar bei 1 µg/Larve einen sehr starken juvenilisierenden Effekt (V) (Abb. 12), aber nur eine geringe Mortalität. Es scheint so, als ob das JHA 5045 in bezug auf die Sterblichkeit eine Wirkungssteigerung des Cyasterons bewirkt. Dies könnte im Hinblick auf eine spätere Verwendung von JHA als Insektizide von Interesse sein. Dieses Ergebnis ist allerdings nicht gesichert, da die Anzahl der untersuchten Tiere (10 L₅/Versuchsglied) relativ gering war.

8. Wirkung von Pflanzenextrakten aus *Azadirachta indica* L. auf *A.o.bechuana*.

Die Meliacee *Azadirachta indica*, die auch Nim- oder Neem-Baum genannt wird, stammt aus Indien und Ceylon, von wo aus sie nach Afrika eingeführt wurde. Die Pflanze wächst in Kenia vorwiegend in der Küstenregion. Blätter und Früchte werden in Indien seit

altersher in der Medizin verwendet. Bekannt sind auch ihre insektiziden Eigenschaften. Diese scheinen vor allem auf einer fraßabschreckenden Wirkung der Blätter und Früchte zu beruhen.

BUTTERWORTH & MORGAN (1968) isolierten aus Früchten ein hochoxydiertes Triterpenoid, das sie Azadirachtin nannten. Dieselben Autoren (1971) stellten fest, daß die Verbindung eine Repellentwirkung gegen Locusta migratoria L. und Schistocerca gregaria Forsk. zeigte. RUSCOE (1972), der Azadirachtin an den Lepidopteren Plutella xylostella L., Pieris brassicae L., Heliotis virescens F. und der Heteroptere Dysdercus fasciatus testete, stellte fest, daß neben einer fraßabschreckenden auch eine metamorphosehemmende Komponente im Azadirachtin vorhanden sein muß. Verf. (LEUSCHNER 1972) konnte dies an Antestiopsis o. bechuana ebenfalls feststellen. Hierbei wurde aber kein gereinigtes Azadirachtin verwendet, sondern nur ein einfacher Methanolauszug aus Blättern. Nach RUSCOE (1972), der eine noch nicht veröffentlichte Arbeit von MORGAN zitierte, ist der Grund für die Metamorphosehemmung des Azadirachtins in der Ähnlichkeit mit der chemischen Struktur der Ecdysonen zu suchen. Unabhängig davon hat der Verf. nach Vergleichsversuchen mit Ecdyson-Analoga die Vermutung geäußert, daß es sich um ein Ecdyson oder Ecdyson-Analogon handeln muß. Aus Melia azedarach L. wurde Melianon mit einer ecdysonähnlichen Struktur isoliert (LAVIE et al. 1967).

8.1. Wirkung von Methanolauszügen aus Blättern von A. indica auf L₅ und L₄.

Luftgetrocknete Blätter von A. indica wurden fein vermörsert und 24 Stunden lang in 100 %igem Methanol extrahiert. Das Gemisch wurde dann gefiltert und das Methanol abgedampft. Der Rückstand, eine braune klebrige Masse, wurde gewogen und wieder in Methanol gelöst. Die einzelnen Konzentrationen wurden ausgehend von einer 10 %igen Stammlösung hergestellt.

Es wurden zuerst 5. Larven (Alter 5 - 10 Stunden, 15 Tiere/Konz.) behandelt (Applikationsmethode s. 3.3.). Die Auswertung der morphologischen Defekte erfolgte nach folgendem Schlüssel:

- 0 Normal entwickelte Imagines
- 1 Skutellum etwas verkürzt; Hemielytren leicht verbogen
- 2 Skutellum und Pronotum verkürzt; Hemielytren verkürzt und verbogen; Unterflügel verbogen
- 3 Skutellum rudimentär; Pronotum verkürzt

- 4 Skutellum, Pronotum, Hemielytren und Unterflügel rudimentär;
larvale Kutikulaeflecken auf Abdomen
- 5 Absterben der Larven gegen Ende des 5. Larvenstadiums infolge
von Häutungsschwierigkeiten

Im folgenden Versuch wurden 3 Konzentrationen des Pflanzenex-
traktes angewendet. Pro Versuchsglied wurden wiederum 15 L₅
verwendet. Das Versuchsergebnis ist in Tab. 13 dargestellt.

Tab. 13: Wirkung von Methanolauszügen aus Blättern von
A.indica auf L₅ von A.o.bechuana.

Präp.	Zahl L ₅ beh.	µg/µl	Zahl L ₅ tot	Bewertungsschlüssel					
				0	1	2	3	4	5
Blätter-	15	50					2	5	8
extrakt aus	15	15					11	2	2
<u>A.indica</u>	15	5	1	1	9	4			
Methanol	20	100 %	1	19					
Kontrolle	20	-		20					



Abb. 28: Morphologische Defekte bei Imagines von
A.o.bechuana nach Behandlung mit Azadirachta-Extrakt
im L₅-Stadium

links: unbehandelte Imago

rechts: geschädigte Imagines

Aus der Tab. 13 und Abb. 28 geht hervor, daß einfache Methanol-extrakte ziemlich starke Symptome hervorrufen. Daraus ergibt sich, daß entweder die aktive Komponente in relativ hoher Konzentration vorliegt oder daß der metamorphosestörende Stoff hoch wirksam ist.

Wie festgestellt wurde, ist bei JHA-Anwendung im 5. Larvenstadium eine sensible Phase vorhanden, in der die JHA optimale Wirksamkeit zeigen (s. S. 32). In den folgenden Versuchen sollte untersucht werden, ob auch bei Anwendung des Blattextraktes aus A.indica eine sensible Phase im 5. Larvenstadium nachweisbar ist und ob auch bei Behandlung von L_4 eine Wirkung erzielt werden kann. Gleich alte L_5 wurden jeweils 24, 48, 72, 96 und 120 Stunden nach der Häutung mit 25 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ Blattextrakt behandelt. Pro Altersstufe wurden 15 Larven verwendet. Das Ergebnis zeigte, daß der Extrakt auch nach 5 Tagen noch so wirksam wie nach 24 Stunden ist. Die morphologischen Defekte entsprachen etwa der Auswertungsstufe 2-3.

Nachdem auf Grund der Versuchsergebnisse eine den JHA vergleichbare sensible Phase im 5. Larvenstadium nicht feststellbar war, wurde geprüft, inwieweit der Extrakt auf das 4. Larvenstadium wirkt. L_4 wurden kurz nach der Häutung mit den gleichen Konzentrationen behandelt, wie sie im 5. Larvenstadium angewendet worden waren. Pro Konzentration wurden 10 Larven verwendet. Das Ergebnis ist in Tab. 14 dargestellt.

Tab. 14: Wirkung von Methanolauszügen aus Blättern von A.indica auf L_4 von A.o.bechuana.

Präp.	Zahl L ₄ beh.	µg/µl	Zahl L ₅ tot	Bewertungsschlüssel					
	0		1	2	3	4	5		
Blätter- extrakt aus <u>A.indica</u>	10	50	1				1	8	
	10	25	-		3	3	4		
	10	5	1	1	6	2			
Methanol	15	100 %	1	14					
Kontrolle	15	-	-	15					

Ein Letaleffekt konnte nicht beobachtet werden.

Das Spektrum der morphologischen Defekte entspricht etwa demjenigen, das nach einer Behandlung im 5. Larvenstadium erzielt wurde, jedoch ist bei einer Konzentration von 50 µg/µl keine Mortalität festzustellen. Im Gegensatz zu den JHA treten nach der Behandlung mit Blattextrakt im 4. Larvenstadium schon bei den L₅-Stadien morphologische Veränderungen auf. Diese Schäden finden sich wie bei den Imagines vornehmlich an den Flügelanlagen, am Skutellum und am Pronotum. Die Defekte können nicht regeneriert werden und treten bei den adulten Tieren in verstärkter Form wieder auf.

Bei beiden Versuchen wurden je 2 schwer geschädigte Paare pro Konzentration einzeln gehalten, um deren Reproduktionsaktivitäten sowie die Schlüpfähigkeit der Eier kontrollieren zu können. Die Eisblage verlief im normalen Rhythmus und die Fertilität der Eier war nicht vermindert. Dies war auch nicht anzunehmen, da die Genitalapparate auch bei schwer geschädigten Tieren stets normal ausgebildet waren.

Zur Ergänzung der Versuche wurden 10 Weibchen und 10 Männchen mit 25, 50 und 100 µg/µl Blattextrakt behandelt und auf ihre Fortpflanzungskapazität überprüft. Mengen bis zu 100 µg/Einzelweibchen oder -männchen hatten jedoch auf die Reproduktivität keinen Einfluß.

Außer den Larven und Imagines wurden auch noch Eier mit einer 2 %igen Lösung behandelt. Das Schlüpfen der Eilarven war nahezu normal. Da bei dieser relativ hohen Konzentration ein ziemlich dicker und klebriger Extraktückstand auf den Eiern verblieb, kann eine leicht erhöhte Schlüpfmortalität auf die Verklebung der perforierten Nähte des Eideckels zurückgeführt werden.

Neben Blättern von A.indica wurden für kleine Versuche auch die Früchte dieses Baumes mit Methanol extrahiert. Sie enthalten gleichfalls die aktive Substanz, da 5. Larven nach der Behandlung ähnliche morphologische Defekte wie nach Anwendung der Blattextrakte zeigten.

Eine nahe Verwandte von A.indica, nämlich Melia azedarach (Meliaceae), enthält in den Blättern und Früchten ebenfalls eine metamorphosestörende Substanz. Sie wurde am 5. Larvenstadium von A.o.bechuana getestet. Da es sich hierbei nur um Testversuche handelte, werden sie hier nur am Rande erwähnt.

9. Paarungsverhalten unbehandelter und mit JHA behandelter
Imagines von A.o.bechuana.

Im Zusammenhang mit der Behandlung von A.o.bechuana mit JHA war zu untersuchen, ob bei geschädigten Imagines eine Änderung des Paarungsverhaltens eintritt. Aus der Literatur ist bekannt, daß Weibchen der Feldheuschrecke Gomphocercus rufus L., aus denen die Corpora allata entfernt wurden, Paarung und Stridulation einstellen. Durch Reimplantation dieser Organe wird das normale Kopulationsverhalten wiederhergestellt (LOHER 1962). Bei der Schabe Byrsotria fumigata Guérin konnte ein Zusammenhang zwischen den Corpora allata und der Pheromonproduktion nachgewiesen werden (BARTH 1961). SLÁMA & WILLIAMS (1966b) stellten bei der Feuerwanze Pyrrhocoris apterus L. fest, daß adultoide Weibchen sehr attraktiv für adultoide Männchen waren, obwohl die äußeren Geschlechtsorgane fehlten. ZDAREK & SLÁMA (1968) konnten eine sexuelle Aktivität sogar bei den durch JH-Anwendung künstlich erzeugten 6. Larvenstadien feststellen. Beide Fälle deuten auf eine starke Pheromonwirkung hin, die eine entscheidende Rolle im Sexualverhalten der Feuerwanze spielt.

Bevor das Sexualverhalten der mit JHA behandelten Tiere untersucht werden konnte, mußte geklärt werden, welche Faktoren für den Ablauf des Geschehens verantwortlich sind und welche Verhaltensweisen eine Rolle spielen. Es konnte festgestellt werden, daß 4 Faktoren für das Sichfinden der Geschlechter und eine erfolgreiche Kopulation maßgebend sind:

1) Optische Reize

Optische Reize spielen mit Sicherheit bei Entfernungen bis zu 5 cm eine Rolle. Beobachtungen haben ergeben, daß frühestens von dieser Entfernung ab das Männchen plötzlich zielstrebig auf das Weibchen zuläuft. Vorher ist die Orientierung zwar in Richtung Weibchen ausgerichtet, aber mit Suchbewegungen gekoppelt.

2) Attraktivstoffe (Pheromone)

Begattungsbereite Weibchen geben mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Stoff ab, der auf das Männchen anregend wirkt. Männchen, die das Weibchen erreicht haben, tasten sofort dessen Genitalregion mit den Fühlern und dem Ansatz des Rostrums ab. In olfaktorischen Versuchen konnte eine Attraktivität des Weibchens über weitere Entfernung jedoch nicht festgestellt werden.

3) Berührungsreize

Inwieweit eine Stimulation des Weibchens infolge Berührung durch die Fühler und den Kopf des Männchens bewirkt wird, ist nicht genau untersucht worden. Fest steht, daß während des gesamten Paarungsvorspieles das Männchen das Weibchen ständig mit den Fühlern betrillert. Auch während der Kopulation wirkt dann, wenn das Weibchen unruhig wird, ein intensives Bestreichen des Weibchens mit dem Hinterbeinpaar des Männchens beruhigend.

4) Lauterzeugung

Die Erzeugung von Tönen ist bei A.o.bechuana sehr ausgeprägt. Sie spielt sowohl bei dem Auffinden der Geschlechter als vielleicht auch beim Paarungsvorspiel eine wichtige Rolle. Aus diesem Grunde wird auf diese Frage genauer eingegangen.

Der Tonapparat von A.o.bechuana und einer Reihe anderer Pentatomiden ist noch nicht eindeutig lokalisiert. LESTON & PRINGLE (1963) beschreiben bei der Wanze Sciocoris cursitans F. ein tympanalähnliches Gebilde, das aus dem ersten und zweiten Tergit zusammengesetzt ist. Ein starker Dorsalmuskel (Tympanalmuskel) zieht sich zusammen und verformt die lateral gelegenen Regionen des 1. Tergiten. Bei A.o.bechuana tritt ein ähnliches Gebilde auf (Abb. 29).

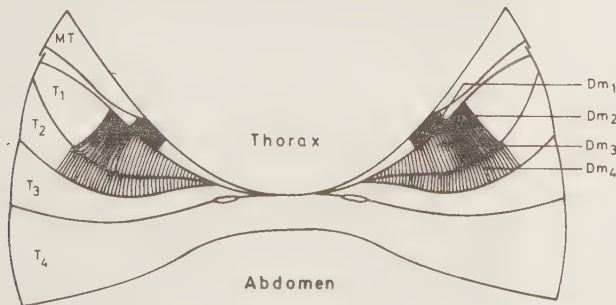


Abb. 29: Ventralansicht der ersten Abdominaltergite (T)
u. Dorsalmuskulatur (Dm) bei A.o.bechuana

Dm₂: Tympanalmuskel

MT: Metathoraxansatz

Unterstützt wird die Vermutung, daß es sich tatsächlich um den Tonapparat handeln muß, auch durch die Tatsache, daß sich direkt unter den beiden Tergiten lateral an beiden Seiten 2 große Luftsäcke befinden. Diese könnten als Tonverstärker aufgefaßt werden.

Während der Lautabgabe fällt auf, daß das Abdomen auf- und abwärts bewegt wird. Dabei schieben sich T_3 und T_2 ineinander. Tergit 3 und 2 sind durch eine im Ruhezustand eingefaltete Membran verbunden, die mit zahlreichen kleinen Zähnnchen besetzt ist. Es wäre auch möglich, daß diese Zähnnchen, wenn sie aufeinander reiben, zu einer Tonerzeugung befähigt sind. Die relativ langsamen Bewegungen des Abdomens und die beim Weibchen auftretenden sehr langen Töne sprechen aber dagegen. Außerdem konnten die Zähnnchen bei allen Intersegmentalhäuten beobachtet werden.

Der von LESTON & PRINGLE (1963) beschriebene Tonapparat kommt bei A.o. bechuana nur bei Imagines vor. Bei Larven konnten keine Lautäußerungen festgestellt werden.

9.1. Methode zur Aufnahme und Auswertung der Lauterzeugung.

Die Töne, die von der Kaffeewanze erzeugt werden, sind für das menschliche Ohr kaum hörbar. LESTON (1954) verdanken wir die Feststellung, daß man mittels eines einfachen Apparates, nämlich eines Glastrichters, der mit Papier bespannt ist, die Töne hörbar machen kann. Das Wirkungsprinzip entspricht dem eines Stetoscops. Die geschilderte Methode wurde in den eigenen Versuchen für Tonbandaufnahmen folgendermaßen modifiziert:

Ein Plastiktrichter von 10 cm Durchmesser wurde mit Zellophan bespannt. Der Trichterauslauf wurde abgeschnitten und ein UHER-Mikrophon in den Trichterhohlraum unter die Membran eingesetzt. Auf der Membran wurde ein kleiner Plastikbügel mit den zu prüfenden Tieren befestigt (Abb. 30). Über die ganze Konstruktion wurde bei Aufnahmen zur Schalldämpfung ein doppelwandiges Gefäß gestülpt, dessen Zwischenraum mit Erde gefüllt war.

Zur Beleuchtung des Innenraumes wurde in die Decke des Behälters ein Glasfenster eingebaut (Abb. 31). Als Tonband wurde ein UHER 2000-Gerät verwendet. Die Auswertung der Tonbänder erfolgte mit Hilfe eines Vibrilyzers 651 A der Firma Kay Electric Co. Die Filterbreite betrug 100 Hz. Das Band lief mit 19 cm/Sek. Eine Trommelumdrehung dauerte 2,3 Sek. und die Aufnahmezeit

betrug 4,0 Sek. Die Sonagramme der Abbildungen zeigen auf der Ordinate die Schwingung in Hz und auf der Abzisse die Zeit. Der Schwarzungsgrad ist ein Maß für die Amplitudennähe und damit für die Lautstärke.



Abb. 30: Plastiktrichter mit Mikrophon und Käfig zur Aufnahme der Wanzen



Abb. 31: Gesamtansicht der zu Tonbandaufnahmen verwendeten Geräte

9.2. Durchführung der Versuche und Ergebnisse

10 unbehandelte Weibchen und Männchen von A.o.bechuana, die für eine Woche getrennt gehalten worden waren, wurden nacheinander

- a) einzeln in einem Käfig,
- b) ♀ und ♂ zusammen in einem Käfig und
- c) ♂ und ♀ getrennt in Einzelkäfigen zusammen

auf die Trichtermembran zur Registrierung der Töne gesetzt. Anschließend wurde mit leicht und schwer geschädigten Adultoiden aus den JHA-Versuchen entsprechend verfahren. Insgesamt wurden auf diese Weise 20 Männchen und Weibchen der Schädigungsstufe I und II untersucht. Geschädigte Tiere der Stufe III gaben keine Töne ab.

Ergebnisse mit unbehandelten Tieren:

1. Untersuchung einzelner Wanzen

Weibchen fingen in der Regel nach einer Eingewöhnungszeit von 15-30 Minuten an, einen charakteristischen Ruflaut in ganz regelmäßigen Abständen abzugeben (Abb. 32 -1).

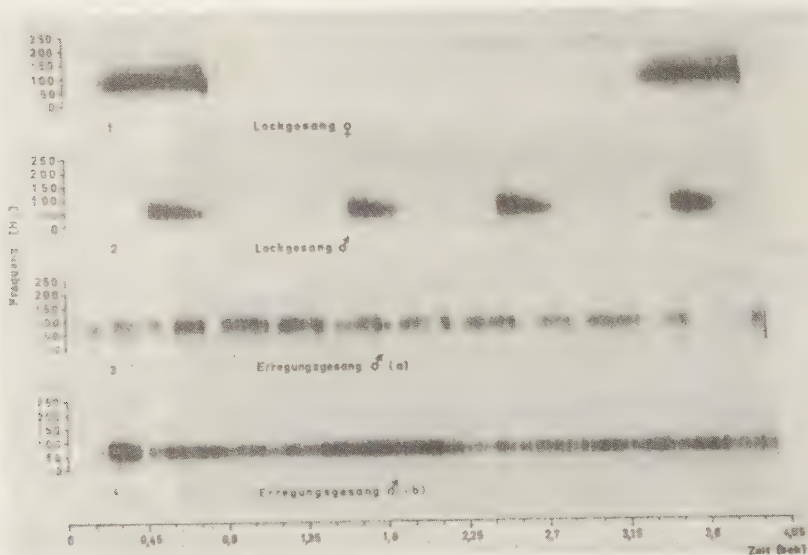


Abb. 32: Gesang eines ♀ und 3 Gesänge eines ♂ von A.o.bechuana (unbehandelte Tiere)

Einzeluntersuchungen mit Männchen führten ohne Anwesenheit des Weibchens im Nachbar- oder demselben Käfig zu keiner Tonabgabe.

2. Männchen und Weibchen in getrennten Käfigen

Nach den ersten Ruflauten des Weibchens fing auch das Männchen an, eigene Ruflaute zu erzeugen, die in ihrer Sequenz aber häufiger waren als bei den Weibchen (Abb. 32 -2). Es war kein ausgesprochener Wechselgesang zu beobachten. Die Intensität des Männchengesanges ließ aber sofort nach, sobald das Weibchen mit der Lauterzeugung aufhörte und war dann nur gelegentlich zu hören, wenn das Weibchen für längere Zeit stumm blieb.

3. Männchen und Weibchen in einem Käfig

Sobald Männchen und Weibchen zusammen in einen Käfig gesetzt wurden, kam es in der Regel nur zu wenigen Ruflauten, da beide Partner schnell zueinander fanden. Sobald das Weibchen in direkten Kontakt mit dem Männchen kam, stellte es den Gesang ein. Das Männchen erhöhte dann schlagartig die Tonfolge (Abb. 32 -3). Während des nun folgenden Begattungsvorspieles summte das Männchen unaufhörlich und ließ die anfangs noch klar hörbaren Einzeltöne mit steigender Erregung in eine nicht mehr klar voneinander trennbare Folge von Tönen übergehen (Abb. 32 -4). Kurz danach erfolgte der erste Begattungsversuch. Wenn dieser Erfolg hatte, so stellte das Männchen den Gesang ein.

Ergebnisse mit Imagines, die als L_5 mit JHA behandelt worden waren:

Adultoide der Auswertungsstufe III (s. S. 22) waren nicht in der Lage, Töne von sich zu geben. Der larvale Charakter überwog bei ihnen stark, typische Lauterzeugungsorgane waren nicht ausgebildet. Bei schwächer geschädigten Weibchen der Stufe II kam es zu einer schnelleren Tonfolge (Abb. 33 -5), in der auch der "Blockcharakter" der Einzeltöne nicht mehr gewahrt war. Männchen der Schädigungsstufe II zeigten ebenfalls starke Unregelmäßigkeiten in der Ruftonfolge bis hin zu rudimentären Tonansätzen (Abb. 33 -6). Unregelmäßigkeiten zeigten sich auch in der Erregungstonfolge (Abb. 33 -7/8): einzelne langgestreckte Töne wurden durch ruftonartige abgelöst.

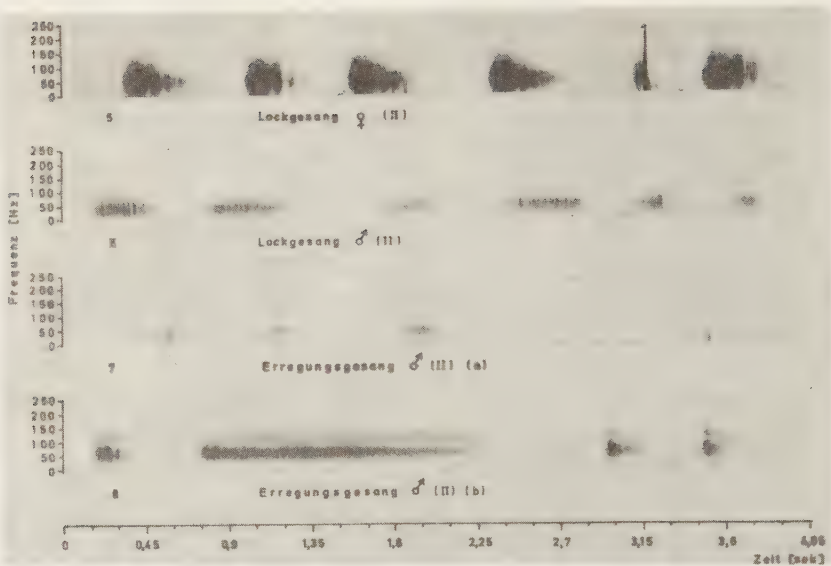


Abb. 33: Beispiele von Tonfolgenveränderungen bei ♀ und ♂ der Wanze *A.o. bechusana* nach Behandlung mit JHA im L₅.
 (II): Schädigungsstufe s. S.22

Diese Beispiele zeigen, daß das Tonmuster bei morphologisch geschädigten Tieren nicht mehr dem natürlichen entspricht. Folgen für das Paarungsverhalten entstanden daraus jedoch nicht, da sich Adulte der Schädigungsstufe I und II auch dann begatteten, wenn Fehler im Tonmuster vorlagen. Vielleicht spielen die Ruftöne beim Auffinden des Geschlechtspartners die entscheidende Rolle. Sobald die Tiere sich gefunden haben, überwiegen möglicherweise optische und Kontaktreize in Kombination mit Pheromonen. Die Brummtöne des Männchens scheinen nicht den entscheidenden Ausschlag für die Stimulation des Weibchens zu geben. Männchen und Weibchen, die durch JHA so geschädigt waren, daß sie keine Töne erzeugen konnten, waren nicht bereit, eine Begattung durchzuführen, was ihnen auch aus morphologischen Gründen nicht möglich war.

10. Diskussion

Die Entwicklung von Insekten wird, soweit wir heute wissen, von drei Hormonen gesteuert:

1. dem neurosekretorischen Hormon (NSH) des Pars intercerebralis,
2. dem Ecdyson der Prothoraxdrüse und
3. dem Juvenilhormon (JH), das in den Corpora allata gebildet wird.

Das NSH wird als übergeordnetes Hormon aufgefaßt, welches die Bildung von Ecdyson und JH auf nervösem Wege kontrolliert (WILLIAMS 1946, SCHARRER 1952). Ecdyson und JH liegen während der verschiedenen Entwicklungsabschnitte des Insektes in unterschiedlichen Mengenverhältnissen vor. Ist das Verhältnis zugunsten von Ecdyson verschoben, so kommt es zu einer Puppen- oder Imaginalhäutung. Im umgekehrten Falle wird eine Larven-Kutikula gebildet. Die allmähliche Verschiebung des Mengenverhältnisses im Laufe der Larvenentwicklung zugunsten des Ecdysons bedingt bei Heteropteren die schrittweise Entwicklung zum Imago (DOANE 1973).

Die Imaginalhäutung verläuft in der Regel in Abwesenheit von JH. Erst im adulten Tier kommt es zu einer erneuten Sekretions-tätigkeit der Corpora allata. Dieser Anstieg des JH-Titers hängt mit der Oozyten-Reifung beim Weibchen zusammen (RÖLLER & DAHM 1968). Konsequenterweise müßte das JH jetzt als gonadotropes Hormon angesprochen werden. Auch bei Männchen wird nach der Imaginalhäutung erneut JH gebildet. Seine Funktion ist aber bis heute noch wenig geklärt (GERSCH 1964). Zu einer erneuten Sekretion von Ecdyson kommt es im adulten Tier in der Regel nicht.

Welche Rolle endokrine Vorgänge bei der Embryonalentwicklung spielen, ist noch weitgehend unbekannt. Da jedoch bei vielen Insekten im Laufe der Embryonalentwicklung ein oder zwei Embryonalhäutungen stattfinden, wird angenommen, daß Hormone daran beteiligt sind (SHARAN & SAHNI 1960, JONES 1956). Dies wird allerdings von MUELLER (1963) auf Grund von in vitro-Experimenten an Melanoplus differentialis Thomas bestritten.

Um das System dieser endokrinen Vorgänge zu stören, bieten sich folgende Möglichkeiten an:

1. Erhöhung des JHA-Titers während der Eientwicklung im adulten Tier führt u.U. zur Ablage steriler Eier.
2. Behandlung von Eiern in früh- und spätembryonaler Entwicklung mit JHA führt zu Letalschäden beim Embryo und zu Spätschäden bei Larven und Imagines.
3. Behandlung des 5. Larvenstadiums mit JHA führt zu morphologischen Schäden bei Imagines.

10.1. JHA-Wirkung auf Weibchen von A.o.bechuana (s. 4.1.1.)

Die prinzipielle Möglichkeit, durch Applikation von JHA auf Weibchen in die Embryonalentwicklung einzugreifen, ist unter 4.1. kurz angeführt worden. Dagegen konnte in eigenen Versuchen eine sterilisierende Wirkung nur bei einem aromatischen Hormon (5181) nachgewiesen werden. Die dabei angewendete Menge des Juvenilhormons betrug 50 µg/µl/Weibchen, was ungefähr der 100-fachen ID 50-Dosis entspricht. Diese Mengenangabe deckt sich etwa mit den Angaben von SLÁMA (1970).

Die verhältnismäßig geringe sterilisierende Wirkung der untersuchten aromatischen JHA kann verschiedene Ursachen haben. Einmal ist wahrscheinlich der Applikationszeitpunkt ungünstig gewählt worden. Die Präovipositionszeit dauert bei A.o.bechuana etwa 20 Tage. Die Applikation der Hormone wurde am 7.Tag durchgeführt. Möglicherweise benötigen die Tiere aber diesen Zeitraum allein für den Reifungsfraß. Da alle bisher untersuchten JH und JHA im Insektenkörper eine sehr geringe Beständigkeit besitzen (RIDDIFORD 1972, WHITMORE et al. 1972), ist anzunehmen, daß die in dem betreffenden Versuch applizierten JHA bereits abgebaut waren, als der für eine Wirkung günstigste Entwicklungszeitpunkt erreicht war. Wann dieser Zeitpunkt innerhalb des Eireifungszeitpunktes eintritt, ist noch nicht geklärt.

Außerdem muß die Applikationsmethode berücksichtigt werden. In der Regel wird nach Abspreizung der Flügel direkt auf das Abdomen appliziert. Bei den angeführten Versuchen wurden die Wanzen dagegen so behandelt, daß sich das JHA-haltige Tröpfchen durch Kapillarkräfte zwischen Abdomen, Hinter- und Vorderflügel verteilte. Das Verfahren vereinfacht die Versuchsdurchführung erheblich, führt aber dazu, daß ein Teil der JHA-Menge von den Vorder- und Hinterflügeln aufgenommen wird.

Geht man davon aus, daß das JHA die Kutikula durchdringt und von der Hämolymphe im Körper verteilt wird, so ist eine Aufnahme durch die Flügel, die nur durch schwache und stark lokalisierte Hämolympfbewegungen (Flügeladern) charakterisiert sind, wahrscheinlich nicht sehr günstig. Es könnte sogar angenommen werden, daß ein Teil in den stoffwechselphysiologisch inaktiven Flügelpartien festliegt und gar nicht zur Wirkung kommt.

Zuletzt muß noch berücksichtigt werden, daß die Dosis von 50 µg/µl/Tier für zumindest zwei der geprüften Hormone wahrscheinlich zu niedrig war. Da 50 µg/µl/Tier aber schon eine Konzentration von 5 % darstellen und in der Praxis ein rentabler Insektizideinsatz in der Regel unter 1 % liegen muß, wäre eine noch höhere Dosierung nur von akademischem Interesse gewesen.

Aufgrund der verhältnismäßig guten Ergebnisse bei direkter Eibehandlung müßte theoretisch auch eine gute ovizide Wirkung über den mütterlichen Körper erzielt werden können. Erfahrungen von RIDDIFORD (1972) sprechen für diese These. Die bei den Versuchen mit Kaffeewanzen angewendete Applikationsmethode ist zwar anfechtbar, jedoch lassen eigene, erst kürzlich gewonnene Ergebnisse mit Eurydema oleraceum L. keinen Unterschied zur direkten Applikation auf das Abdomen erkennen.

Die durch das JHA 5181 hervorgerufene Teilsterilität der abgelegten Eier nahm vom 1. bis 5. Gelege stark ab. Dieses Phänomen stand im Einklang mit ähnlichen Versuchsergebnissen anderer Autoren, die niedrigere JHA-Mengen appliziert hatten (RIDDIFORD 1972). Bei größeren Mengen kann es dagegen zu Dauersterilität kommen. Diese Ergebnisse lassen erkennen, daß das JHA nur eine begrenzte Zeit im Körper des Insekts wirksam ist. Der Abbau von 5181 muß jedoch verhältnismäßig langsam erfolgt sein. Seine Wirksamkeit dauerte 13 bis 14 Tage, d.h. von der Applikation bis zur ersten Eiablage. Die Zeit zwischen der Abgabe von zwei Gelegen beträgt ungefähr 5 Tage; nach 5 Gelegen war immer noch ein geringer Effekt zu erkennen. Der Abbau im Insekt dauerte also mindestens einen Monat, falls das JHA selbst wirksam war und keine sekundären Ursachen zugrundelagen.

Weiterhin ließ sich aus den Versuchsergebnissen entnehmen, daß es zu keiner Fehlentwicklung bei den Larven und Imagines kam, die aus von behandelten Weibchen abgelegten Eiern schlüpften. Eine Übertragung von JHA vom Männchen auf das Weibchen bei der

Kopulation wurde bei A.o.bechuana nicht festgestellt. Diese Erscheinung wurde bisher nur bei P.apterus beobachtet (MASNER et al. 1968, 1970).

10.2. Wirkung von JHA auf Eier von A.o.bechuana (s. 4.1.2.)

Frisch abgelegte Eier reagieren auf aromatische und aliphatische JHA-Präparate sehr empfindlich. Allerdings muß festgestellt werden, daß die betreffenden Versuche mit denen unter 4.1.1. besprochenen nur unter Vorbehalt zu vergleichen sind. In den unter 4.1.1. besprochenen Versuchen wurden definierte Mengen JHA pro Imago appliziert. In den Versuchen mit Eiern waren dagegen nur die Konzentrationen, nicht aber die genauen Mengen pro Ei bekannt. Nach Wägung von Eigelegen (jeweils 10 Eier) vor und nach der Applikation mit 1 %igen JHA-Lösungen wurde festgestellt, daß etwa ein Drittel JHA-Menge weniger auf einem Ei zu finden ist als wenn ein ul der betreffenden Lösung auf das Chorion eines Eies aufgetragen worden wäre (1 % = 10 µg/µl = 7 µg/Ei).

	mg/g Eigewicht
5045 : 0,01 % = 0,07 µg/Ei =	0,16
5061 : 0,1 % = 0,7 µg/Ei =	1,6
5181 : 0,025 % = 0,18 µg/Ei =	0,39
H ₁ : 0,075 % = 0,5 µg/Ei =	1,1
H ₂ : 0,01 % = 0,07 µg/Ei =	0,16

Wenn diese Kalkulation auch mit Fehlern behaftet ist, so zeigt sie doch, daß verhältnismäßig geringe Mengen an JHA aufgewendet werden müssen, um einen "Embryonal-Effekt" zu erzielen. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Werte auf Gramm Versuchsmaterialgewicht umgerechnet. Ein Ei wiegt im Durchschnitt 0,45 mg, ein Weibchen der Kaffeewanze dagegen 40 mg. Aus den unter 4.1.1. aufgeführten JHA-Mengen ergibt sich eine applizierte Dosis von 1,25 mg pro g Körpergewicht für Weibchen. Für Eier wird dagegen z.B. für das Hormon 5181 eine Menge von 0,39 mg/g Eigewicht benötigt. Diese Werte, die wie gesagt mit Fehlern behaftet sind, zeigen dennoch, daß eine Direktbehandlung von Eiern bei einigen Präparaten wesentlich effektiver ist als eine Sterilisation des Weibchens (RIDDIFORD 1972, SLAMA 1970). Unterstützt wird diese Feststellung dadurch, daß JHA im mütterlichen Körper erst verschiedene Gewebe durchdrin-

gen muß, bevor es zum Wirkungsort gelangt. Während dieser Zeit sind bereits Abbauprozesse im Gange, die eine zusätzliche Abschwächung der JHA-Wirkung hervorrufen.

Nach einer Behandlung mit JHA entwickelten sich der Embryo offenbar normal. Augenpunkte und Kutikularfärbung traten zur selben Zeit ein wie bei den Kontrolleiern. Im Gegensatz zu den unbehandelten Embryonen konnte aber gegen Ende der Embryonalentwicklung eine Verkrüppelung der Extremitäten beobachtet werden. Diese Ergebnisse stimmten im großen und ganzen mit Befunden anderer Autoren überein (RIDDIFORD 1972, MATOLIN 1970). Bei P.apterus hatten die Embryonen die Blastokinese nicht vollständig durchlaufen: ein großer Teil von ihnen zeigte äußerlich eine fortgeschrittene Larvendifferenzierung. Auch bei A.o.bechuana war die Differenzierung weit fortgeschritten.

Ähnlich wie beim 5. Larvenstadium gibt es auch bei Eiern eine sensible Phase, wie in Abb. 9 und 10 dargestellt ist. Der wachsende Embryo wird mit zunehmender Differenzierung gegenüber dem Einfluß von JHA weniger sensibel. Die D 50 liegt um den 2. bis 3. Tag herum. Ähnliche Ergebnisse konnten SLAMA & WILLIAMS (1966a) bei P.apterus erzielen.

In der Regel können Embryonalletaldefekte bis zur Keimstreifenbildung auftreten. Danach nimmt die Sensibilität gegenüber JHA rapide ab. RIDDIFORD (1972) fand nach späterer Applikation auch Spätdefekte bei Larven und Adulten des Schmetterlings Hyalophora cecropia L. Er benötigte zur Erzielung solcher Defekte jedoch die zehnfache Menge an JHA. In den eigenen Versuchen konnten keine vergleichbaren Ergebnisse festgestellt werden. Der Grund hierfür war vermutlich eine zu geringe JHA-Konzentration.

In allen Versuchen wurde neben der behandelten Parental- auch die F₁-Generation untersucht. In keinem Fall konnte ein Effekt über die behandelte P-Generation hinaus festgestellt werden.

10.3. Metamorphosehemmende Wirkung der JHA auf A.o.bechuana und A.o.ghesquierei

Die unter 4.2. angeführten Versuche ergaben, daß das 5. Larvenstadium auf eine JHA-Zuführung am empfindlichsten reagiert. Dieses Ergebnis stimmt mit allen bisher bekannten Versuchs-

ergebnissen überein (SLAMA & WILLIAMS 1966b, WILLIAMS & SLAMA 1966). Die Behandlung jüngerer Larvenstadien wie z.B. von L₄ erfordert eine wesentlich höhere ID 50-Dosis. Dies hängt mit der Funktion des JH während der Larvalentwicklung zusammen. Die von WILLIAMS & KAFATOS (1972) vertretene These über die Wirkung von JH in jüngeren Larvenstadien besagt, daß bei einer Larven-Larvenbildung der Operator des "Adult mastergene" durch einen Repressor, der nur mit Hilfe des JH wirksam ist, blockiert wird. Diese Blockierung kann durch eine JHA-Zuführung nicht mehr verstärkt werden. Die Folge ist, daß eine Erhöhung des JH-Titers in jüngeren Stadien keine stärkeren Folgen auf die Weiterentwicklung der Larven haben kann, was mit den Versuchsergebnissen weitgehend übereinstimmt.

Der einzige Versuch, der klarere Rückschlüsse auf eine gewisse Beeinflussung jüngerer Stadien zuläßt, ist der Unterlagentest (Tab. 5). In diesem Falle zeigte sich bei den Versuchstieren während der gesamten Larvenentwicklung eine mehr oder minder starke Gelbfärbung, die normalerweise nur nach einer Häutung auftritt. Durch den Sklerotisierungsvorgang und die Pigmentbildung tritt bei unbehandelten Tieren nach einigen Stunden die charakteristische Larvenfärbung ein. Kurz vor und kurz nach jeder Häutung ist normalerweise der JH-Spiegel in jedem Larvenstadium niedrig (OZEKI 1965). Da die Larven während ihrer gesamten Entwicklung auf dem imprägnierten Filterpapier gehalten worden waren, wurden sie immer wieder mit JHA kontaminiert. Dies bedeutete, daß auch kurz nach der Häutung der JHA-Spiegel im Insekt höher war als im unbehandelten Tier und damit das Ecdyson, welches vermutlich für die Sklerotisierung und Farbausbildung verantwortlich ist (SHAYYA & KARLSON 1965), nicht zur Wirkung kam. Dieser These der dauernden Kontaminierung widerspricht, daß JHA in der Regel wenig beständig ist. Die JHA-Doppelbindungen werden vor allem durch das UV-Licht leicht zerstört, wodurch die Aktivität rasch abnimmt (PAWSON et al. 1972). Unter Laborbedingungen scheint diese aber bei den aromatischen Präparaten nicht so rasch vor sich zu gehen; die Strukturformel von 5061 weist im übrigen keine Doppelbindung auf. Weiterhin wurde beobachtet, daß im L₃- und L₄-Stadium behandelte Larven ebenfalls eine Gelbfärbung aufweisen. Die Intensität der Gelbfärbung nahm aber bei schwächeren Konzentra-

tionen während der weiteren Entwicklung ab. Nur noch der Applikation von höheren Dosen blieb sie bis zur Imago erhalten. Dieser Befund unterstützt auch die Hypothese, daß JHA über ein Larvenstadium hinaus weitergegeben werden kann. Die starke Wirkung der JHA im "Unterlagentest" wird also mit großer Wahrscheinlichkeit durch dauernde Kontamination hervorgerufen.

Ganz anders verhält sich das Geschehen bei der Entwicklung der Larven zur Imago. Unter Anwesenheit eines niedrigen JH- und eines hohen Ecdysontiters wird der Operator des "Adult master-gene" freigesetzt (Repressor wirkt nur mit JH zusammen). Gleichzeitig wird der Operator des "Larval master gene" mit Hilfe eines Repressors blockiert (WILLIAMS & KAPATOS 1972). Inwiefern ein Hormon (möglicherweise Ecdyson) an diesem Vorgang beteiligt ist, ist noch unbekannt. Wichtig ist, daß der eben geschilderte Vorgang durch eine künstliche Anhebung des JH-Titers rückgängig gemacht werden kann und es dann zu einer Adultoidenentwicklung und zum 6. Larvenstadium kommt, wie aus den Versuchsergebnissen hervorgeht.

Die Umformung der genetischen Information in Richtung auf ein zusätzliches Larvenstadium ist nur während der ersten 5 Tage des L₅ möglich. Diese Feststellung ist für alle applizierten JHA gültig. Daraus ergibt sich, daß der Wirkungsmechanismus unabhängig von der chemischen Struktur der JHA für alle Präparate gleich sein muß.

Das Phänomen der Wirkungsabnahme hat nach bisherigen Kenntnissen mit der Neuprogrammierung der genetischen Informationszentren zu tun. Während des letzten Larvenstadiums muß der Code dahingehend verändert werden, daß Imaginalstrukturen gebildet werden. Die Bildung des Imaginalcodes findet zu Beginn des L₅ statt, wenn es bedingt durch intensive Zellteilungsvorgänge zur Reduplikation des DNS-Stranges kommt. Nach SCHNEIDERMAN (1972) ist nur unter diesen Bedingungen eine Programmierung der Gene möglich. Dieser Vorgang ist vermutlich nach 5 Tagen abgeschlossen, wie aus den Versuchsergebnissen zu ersehen ist. Auch einer sehr hohen JHA-Dosis ist es dann nicht mehr möglich, den Informationsfluß in Richtung einer Larvenhäutung umzuändern.

Die zu diesen Versuchen durchgeführten Nachkommenuntersuchungen ergaben übereinstimmend keine Nachwirkungen in der F₁-

Generation. Dies besagt, daß die getesteten JHA offenbar nicht in der Lage sind, grundlegende endokrine oder genetische Veränderungen zu bewirken. Dies ist evtl. nur im Zusammenhang mit den letalen und morphologischen Effekten anzunehmen, die nach der Behandlung von weit entwickelten Embryonen bei den daraus hervorgehenden Larven und Imagines auftreten (RIDDIFORD 1972).

10.4. Eiparasiten-Entwicklung nach JHA-Applikation auf Wirtseier (s. 5.).

Die Ergebnisse der Versuche mit dem Eiparasiten A.seychellensis zeigen, daß eine JHA-Anwendung bei Eiern die Entwicklung von Parasiten, die einer anderen Insektenordnung angehören, nicht unterbindet. Über ähnliche Beobachtungen berichten NOVAK & SEHNAL (1973b) und VARJAS & SEHNAL (1973). Aus durch JHA geschädigten Puppen von Tortrix viridana L. und Raupen von Hyphantria cunea Drury schlüpften ungeschädigte Parasiten. Im Gegensatz dazu stellten BULL et al. (1973) fest, daß Prädatoren wie Chrysopa carnea Steph. und Hippodamia convergens Guérin-Minev. von einigen der getesteten JHA geschädigt wurden. Bezeichnenderweise nahm die Wirkung auf C.carnea bei aromatischen JHA, die ein Heteroatom zwischen aliphatischer Kette und aromatischem Ring besitzen, stark ab. Das Sauerstoffheteroatom bewirkt nach SLAMA (1971) vermutlich hohe und gleichzeitig selektive Aktivität. Möglicherweise läßt sich dadurch die nützlingsschonende Wirkung aller drei getesteten aromatischen JHA erklären. Es wäre auch denkbar, daß unterschiedliche Embryonalentwicklungsvorgänge bei Wirtsei und Parasit oder Embryonalmembranen um den sich entwickelnden Parasiten für die Wirkungslosigkeit verantwortlich sind. Hierüber ist bisher jedoch noch nichts Konkretes bekannt.

10.5. Synergistische Wirkung von Mowilith (s. 6.).

Über synergistische Wirkungen strukturell andersartiger Verbindungen auf JHA ist bisher wenig bekannt. Die in der Einführung des Kapitels (s. 6.) zitierten Arbeiten sind die wenigen bisher bekannten. Die unter 5. aufgeführten Versuche an Larven, Eiern und Eiparasiten von A.o.bechuana ergaben, daß Mowilith bei zwei der geprüften aromatischen JHA synergistische Effekte zeigt. Eine Steigerung der Wirkung ist sowohl bei Behandlung von Larven als auch bei Eiern eingetreten. Die

stärkere JHA-Wirkung hatte aber keinen Einfluß auf den Parasiten A.seychellensis.

Um die mögliche Wirkungsweise des Synergisten Mowilith zu verstehen, muß auf dessen Zusammensetzung eingegangen werden. Er besteht zu ca. 50 % aus Polyvinylacetat und Polyvinylalkohol. Weitere Zusatzstoffe sind vermutlich vorhanden, aber nicht bekannt. Es handelt sich bei diesem Synergisten also nicht um eine reine Substanz, sondern um ein Gemisch. Die Frage, welche Komponente wirksam ist, kann solange nicht beantwortet werden, wie jeder einzelne Inhaltsstoff nicht für sich allein untersucht wurde. Allein angewendet ist Mowilith nicht wirksam, jedenfalls war bei einer Konzentration von 30 µg/Larve kein Effekt zu bemerken.

Weitere Untersuchungen haben ergeben, daß Mowilith die Eigenschaften eines Netzmittels besitzt. Schon hierdurch könnte die Wirkung der JHA erhöht werden. Methanoltropfen, die nur JHA enthalten, ziehen sich während des Verdunstungsvorganges zusammen, so daß schließlich mehrere winzige JHA-"Rückstandsflecken" übrig bleiben. Enthält der Applikationstropfen Mowilith, so trocknet er, ohne sich zusammenzuziehen, gleichmäßig ab, womit sich die Kontaktfläche erhöht. Neben dieser zweifellos vorhandenen Wirkung könnte noch eine Art Schutzwirkung des Mowilith angenommen werden. Die polymeren Strukturen könnten das JHA gegen Umwelteinflüsse -wie z.B. UV-Licht- schützen. Es wäre auch denkbar, daß das JHA durch die Mowilith-Umhüllung wie beim Wachstest (SCHNEIDERMAN & GILBERT 1958) nur langsam abgegeben wird und so der JHA-Titer im Insekt über einen längeren Zeitraum hochgehalten wird. Diese These wird von PATTERSON (1973) unterstützt. Eine Teilung der Gesamtdosis in mehrere kleinere Einzelgaben, die über einen längeren Zeitraum nacheinander auf Rhodnius prolixus Stål appliziert wurden, zeigten eine höhere Wirkung als eine einmalige Gabe.

10.6. Wirkung von Phytoecdysonen auf Larven von A.o.bechuana (s. 7.).

Von allen untersuchten Phytoecdysonen zeigte bei topikal Applikation nur Cyasteron eine Wirkung. Dies hing vermutlich mit seiner chemischen Struktur zusammen. Cyasteron weist nämlich als einziges der untersuchten Phytoecdysone im Rest einen Lactonring auf. Ob dies eine bessere Durchdringung der Kutikula bedingt, ist ungeklärt. Die mangelnde Wirkung der übrigen

gen Ecdysone beruhte vermutlich auf ihrer starken Polarität, die auf OH-Gruppen zurückzuführen ist. SLAMA (1971) stellte für JHA fest, daß Hemipteren stärker auf apolare Verbindungen ansprechen. Möglicherweise läßt sich damit auch die Unwirksamkeit der Phytoecdysone bei topikaler Applikation teilweise erklären.

Alle verwendeten Ecdysonverbindungen waren in Methanol gelöst. Nach Verdunstung des Lösungsmittels blieben die Chemikalien in trockener, kristalliner Form auf der Insektenkutikula zurück. Sie konnten deshalb von den Larven abgestreift werden und waren in dieser Form vermutlich auch schlecht aufnehmbar. Möglicherweise wären die Verbindungen in Kombination mit Netz- und Haftmitteln wirksamer gewesen.

Im Gegensatz zu JHA war nach Applikation von Cyasteron eine hohe Mortalität der Larven zu beobachten. Die geschädigten Tiere waren nicht in der Lage, die Larvenexuvie abzustreifen. Meist platzten nur die perforierten Nähte des Pronotums.

Nach SOCHA & SEHNAL (1973) ist ganz allgemein JHA-Aktivität mit der DNS-Verdoppelung gekoppelt. Ecdyson wirkt dagegen auf die RNS-Synthese ein. Da die RNS-Bildung für die Neubildung der adulten Kutikula von Wichtigkeit ist, scheint Cyasteron über die RNS eine Fehlentwicklung zu steuern. Damit könnte auch die Wirkung von Cyasteron über einen längeren Zeitraum des 5. Larvenstadiums hinweg erklärt werden. Ein solcher Effekt wird bei JHA nicht beobachtet. Die Neuprogrammierung der Gene ist nach dem 5. Tag abgeschlossen, nicht aber die Neubildung der Kutikula. Cyasteron kann, solange die Bildung der Imaginalkutikula nicht abgeschlossen ist, laufend in den Bildungsprozeß über die RNS eingreifen. Diese Schlußfolgerung deckt sich mit dem Versuchsergebnis, das in Abb. 27 wiedergegeben ist.

Im Gegensatz zu JHA zeigte, wie bereits festgestellt, Cyasteron keine zeitlich begrenzte Wirkung. Auch nach einer Applikation des Phytoecdysons 15 Tage nach der Häutung zur L₅ zeigten die späteren Imagines noch starke morphologische Schäden. Das Phänomen des zyklischen Mortalitätsanstieges, das in Abb. 25 dargestellt ist, könnte auf eine erhöhte Ecdysonsensibilität der Epidermiszellen in verschiedenen Entwicklungsabschnitten zurückgeführt werden.

10.7. Wirkung von Cyasteron + JHA auf Larven von A.o.bechuana.

Cyasteron bewirkt in einer Dosis von 2,5-3 $\mu\text{g}/\text{L}_5$ eine erhöhte Mortalität während der Ecdysis zum Imago. In Kombination mit JHA 5045 reichte eine Menge von 1 μg Cyasteron aus, um eine 90 %ige Mortalität zu bewirken. SOCHA & SEHNAL (1973) konnten ebenfalls eine sehr hohe Sterblichkeit nach kombinierter Injektion mit hohen Dosen von JHA und Ecdysteron in Puppen von T.molitor feststellen. Sie erklärten dieses Ergebnis damit, daß die DNS- und RNS-Synthese zwei selbständige Prozesse darstellen und nicht gemeinsam ablaufen. Die DNS-Reduplikation wird von JH beeinflusst, während die RNS-Synthese von Ecdyson stimuliert wird. Durch künstliche Zuführung von JHA und Cyasteron kommt es zu einer zeitlich gemeinsam ablaufenden DNS- und RNS-Synthese, was normalerweise nicht eintritt. Das Resultat ist eine totale Fehlentwicklung, die zum Tod der Tiere führt. In ähnlicher Weise könnte auch das oben angeführte Versuchsergebnis interpretiert werden. Sowohl Cyasteron als auch JHA 5045 zeigen für sich allein in den applizierten Mengen keine hohe Mortalität. Erst die Kombination führt zu letalen Defekten. Unter Umständen kann hierdurch von einer synergistischen Wirkung des JHA auf Cyasteron gesprochen werden, wenn man von der Mortalitätswirkung ausgeht.

10.8. Pflanzenextrakte

Versuche mit Methanolauszügen aus Blättern von A.indica zeigen eine metamorphosestörende Wirkung bei A.o.bechuana (LEUSCHNER 1972). Dies konnte von RUSCOU (1972) bei Dysdercus fasciatus bestätigt werden. Die in den eigenen Versuchen nach Behandlung des 5. Larvenstadiums auftretenden morphologischen Defekte hatten große Ähnlichkeit mit denen, die nach Cyasteron-Applikation auftraten. Auch das 4. Larvenstadium zeigte nach der Häutung zum 5. Larvenstadium morphologische Schäden, die über die 5. Larven auf die Imagines weitergegeben werden. Vergleichsversuche mit Cyasteron wurden nicht durchgeführt.

Eine sensible Phase während des L_5 -Stadiums, wie sie bei JHA-Anwendung auftritt, ist bei diesen Versuchen nicht festgestellt worden. Alle diese Ergebnisse legen den Schluß nahe, daß die aktive Komponente in den Methanolauszügen aus A.indica ecdysonähnliche Strukturen aufweist. Unterstützt wird diese

Vermutung von LAVIE et al. (1967), der aus der Meliacee Melia azedarach L. das Melianon, einen Stoff mit ecdysonähnlicher Struktur, isolieren konnte. Eigene Testversuche ergaben, daß auch Melia azedarach-Auszüge die gleichen Metamorphose-Störungen bei A.o.bechuana hervorrufen wie solche aus A.indice.

Untersuchungen an Nachkommen von geschädigten Adulten ergaben keine Veränderungen der Reproduktivität. Dasselbe galt für Versuche, in denen Imagines mit hohen Konzentrationen behandelt wurden. Testversuche an Eiern erbrachten keine eindeutigen Ergebnisse. Die beobachtete geringere Schlüpftrate läßt sich vermutlich durch die Einwirkung klebriger Extraktrückstände erklären.

11. Ausblick auf einen möglichen Einsatz von JHA gegen Antestiopsis spp.

Der Freilandeinsatz von JHA gegen Schädlinge von Kulturpflanzen ist schon mehrfach und mit wechselndem Erfolg versucht worden (BAGLEY & BAUERNFEIND 1972, VARJAS & SEHNAL 1973, NOVAK & SEHNAL 1973a, 1973b). In keinem Fall konnte eine den herkömmlichen Insektiziden vergleichbare hohe Mortalität erzielt werden. Dies lag vor allem an der geringen Stabilität der JHA unter Freilandbedingungen und an der Tatsache, daß die Präparate in nur bestimmten Entwicklungsabschnitten der Insekten wirken.

Die an Antestiopsis spp. durchgeführten Laborversuche zeigen eine maximale Wirksamkeit der JHA bei frisch abgelegten Eiern und in den ersten 3 Tagen des L₅-Stadiums. Weiterhin konnte ein guter Erfolg mit den aromatischen Präparaten durch Behandlung der Unterlage erzielt werden ("Unterlagentest", Tab.4), allerdings unter Laborbedingungen. Unter Freilandbedingungen wird dieser günstige Effekt wahrscheinlich wegen geringer Stabilität der Präparate ausbleiben. Es bleibt also vermutlich nur die Möglichkeit, die Wanze in ihren sensiblen Phasen zu bekämpfen. Dies ist aber sehr schwierig, da A.o.bechuana über das ganze Jahr hinweg im Kaffee vorhanden ist mit einem Populationsanstieg von Dezember bis März; Eier und Larven sind während des ganzen Jahres vorhanden. Möglicherweise würden mehrere JHA-Spritzungen mit kurzen Intervallen von Dezember

bis März einen Populationsrückgang zur Folge haben. Der verbleibende Rest der Population könnte dann unter Umständen von Parasiten effektiv dezimiert werden. Diese Möglichkeit ist deshalb gegeben, da die Präparate die Eiparasitenpopulation nicht vermindern würden. Da die ökonomische Schadensschwelle für Antestiopsis spp. aber extrem niedrig, d.h. nur bei ein bis zwei Tieren pro Kaffeebusch liegt, ist auch eine solche Lösung des Problems fraglich. Hinzu kommen noch ökonomische Überlegungen infolge der wiederholten Anwendung der JHA.

Ein anderer Weg wäre, mit Hilfe eines herkömmlichen Insektizides die Wanzenpopulation drastisch zu vermindern, um dann mit folgenden, in größeren Abständen durchgeführten JHA-Spritzungen einen Wiederaufbau der Population zu verhindern. Die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit der JHA-Anwendung mit herkömmlichen Insektizidbehandlungen könnte unter Umständen mit Synergisten verbessert werden. Mowilith zeigt hierbei hoffnungsvolle Ansätze.

Bestehen bleibt allerdings bei allen Bekämpfungsmethoden mit JHA das Problem der verzögerten Wirksamkeit. Auch schwer geschädigte Adultoide und L_6 leben verhältnismäßig lange. Diese Frage könnte in Zukunft vielleicht durch eine kombinierte Applikation von JHA und Ecdysonen gelöst werden.

12. Zusammenfassung

Die Untersuchungen zur Wirkung von Juvenilhormon-Analoga und Phytoecdysonen auf Entwicklung, Fortpflanzung, Paarungsverhalten und Eiparasiten der ostafrikanischen Kaffeewanzen Antestiopsis orbitalis bechuana und Antestiopsis orbitalis ghesquieri erbrachten folgende Ergebnisse:

- a. Von den auf Weibchen und Männchen applizierten aromatischen JHA zeigte nur das Präparat 5181 bei 50 µg/Weibchen eine sterilisierende Wirkung. Dieser Effekt nahm bis zum 5. kontrollierten Gelege wieder ab. Eine Übertragung von JHA mit dem Sperma des Männchens auf das Weibchen konnte nicht beobachtet werden. Folgegenerationen waren in ihrer Reproduktivität und Vitalität durch die Behandlung der P-Generation nicht beeinträchtigt.
- b. Fast alle JHA zeigten eine relativ gute ovizide Wirkung. Präparat 5045 schnitt am besten ab (LD 50 0,01 %). Die Untersuchungen ergeben, daß Eier nur 24 Stunden maximal empfindlich gegenüber der JHA-Applikation sind. Aus behandelten Eiern hervorgegangene Imagines waren nicht geschädigt.
- c. Auf Larvenstadien applizierte JHA wiesen größte Wirksamkeit im 5. Larvenstadium auf. Der günstigste ID 50-Wert war bei Präparat 5181 mit 0,4 µg/L₅ festzustellen. Die sensible Phase gegenüber JHA dauerte im 5. Larvenstadium 5-6 Tage. Beim 4. Larvenstadium nahm die Wirkung von JHA stark ab.

Ein Unterlagentest mit jungen Larvenstadien zeigte eine langanhaltende Wirksamkeit der JHA unter Laborbedingungen. Morphologisch schwerer geschädigte Imagines waren nicht in der Lage, Nachkommen zu erzeugen; leichter geschädigte legten fertile Eier ab. Nachkommen von im 5. Larvenstadium behandelten Wanzen wiesen unveränderte Sensibilität gegenüber JHA auf.
- d. Eiparasiten entwickelten sich in mit JHA behandelten Eiern normal. Nachkommenschädigungen traten nicht auf.
- e. Versuche mit dem Synergisten Polyvinylacetat (Mowilith) in Kombination mit aromatischen JHA ergaben eine Wirkungs-

steigerung bei 4. und 5. Larvenstadien und Eiern nach Behandlung mit den Präparaten 5045 und 5061. Die Parasitenentwicklung verlief in auf diese Weise behandelten Eiern normal.

- f. Von den untersuchten Phytoecdysonen war nur Cyasteron wirksam. Die LD 50 lag beim getesteten 5. Larvenstadium bei 2,5 ug/ul. Es konnte festgestellt werden, daß eine sensible Phase ähnlich der, wie sie für JHA im L₅ festgestellt wurde, nicht vorhanden war.
- g. Cyasteron, in Kombination mit einem aromatischen JHA (Präp. 5045) appliziert, zeigte eine höhere Mortalität nach Behandlung des 5. Larvenstadiums als das Phytoecdyson allein.
- h. Versuche mit Methanolauszügen aus Blättern von Azadirachta indica erzeugten Metamorphosestörungen bei 4. und 5. Larvenstadien. Eine sensible Phase gegenüber dem Extrakt konnte nicht beobachtet werden.
- i. Töne, die von Imagines während der Paarungszeit erzeugt wurden, wurden auf ihre Bedeutung für das Paarungsverhalten untersucht. Durch JHA geschädigte Imagines zeigten veränderte Tonmuster. Das Paarungsverhalten und die Paarung selbst waren davon nicht beeinträchtigt.
- j. Die Ergebnisse wurden diskutiert und ein Ausblick auf einen möglichen Einsatz von JHA gegen Antestiopsis spp. gegeben.

13. Literaturverzeichnis

- ANDERSON, T.J. (1919): The Coffee Bug *Antestis lineaticollis* Stal. Brit. E. Afr. Dept. Agric. Div. ent. Bull., 53 pp., Nairobi
- BAGLEY, R.W. & J.C. BAUERNFEIND (1972): Insect juvenile hormones. Chemistry and action. (ed. by J.J. Menn and M. Beroz) Academic Press, New York and London, 113-151
- BARTH, R.H., jr. (1961): Hormonal control of sex attractant production in the Cuban Cockroach. Science 133, 1598-1599
- BOWERS, W.S. (1968): Juvenile hormone: activity of natural and synthetic synergists. Science 161, 895-897
- BULL, D.L., R.L. RIDGWAY, W.E. BUXKEMPER, M. SCHWARZ, T.P. MCGOVERN & R. SARMIENTO (1973): Effects of synthetic juvenile hormone analogues on certain injurious and beneficial arthropods associated with cotton. J. econ. Ent. 66, 623-626
- BUTENANDT, A. & P. KARLSON (1954): Über die Isolierung eines Metamorphose-Hormons der Insekten in kristallierter Form. Z. Naturf. 96, 389-391
- BUTTERWORTH, J.H. & E.D. MORGAN (1968): Isolation of a substance that suppresses feeding in locusts. Chem. Comm. 23-24
- (1971): Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the Neem-tree *Azadirachta indica*. J. Insect Physiol. 17, 969-977
- DOANE, W.W. (1973): Developmental systems: Insects, Vol. 2 (ed. by S.J. Counce and C.H. Waddington) Academic Press, New York and London, 291-466
- DRY, F.W. (1921): The egg parasites of the Coffee Bug in Kenya Colony. Bull. ent. Res. 12, 191-201

- ELDEFRAWI, M.E., R. MISKUS & W.M. HOSKINS (1959): Resistance to Sevin by DDT- and parathion-resistant house flies and Sesoxane as Sevin synergists. Science 129, 898-899
- FALES, J.H., O.F. BODENSTEIN & M. BEROZA (1957): Evaluation of a 3,4-methylenedioxyphenyl acetat as synergist for pyrethrins and allethrin against house flies, mosquitoes, roaches, Japanese beetles. Soap Chem. Spec. 33, 79-82
- GERSCH, M. (1964): Vergleichende Endokrinologie der wirbellosen Tiere. Akademische Verlagsgesellschaft, Geest und Portig K.G., Leipzig
- GREATHEAD, D.J. (1965): A taxonomic study of the species of Antestiopsis (Hemiptera, Pentatomidae) associated with Coffea arabica in Africa. Bull. ent. Res. 56, 515-554
- HINTON, H.E. (1963): Metamorphosis of the epidermis and hormone mimetic substances. Sci. Progr. London 51, 306-322
- JONES, B.M. (1956): Endocrine activity during insect embryogenesis. Function of ventral head glands in locust embryos (Locustana pardalina and Locusta migratoria: Orthoptera). J.exp.Biol. 33, 174-185
- KARLSON, P. (1956): Biochemical studies on insect hormones. Vitamins and Hormones 14, 227-266
- (1966): Ecdyson das Häutungshormon der Insekten. Naturwissenschaften 53, 445-453
- & H. HOFFMEISTER (1962): Zur Chemie der Ecdysone. Liebigs Ann.Chem. 662, 1-20
- KRÖGER, H. (1967): Hormone ion balances and gene activity in Dipteran chromosomes. Mem. Soc. Endocr. 15, 55-66
- LAVIE, D., M.K. JAIN & K. KIRSON (1967): Triterpenoids. Part VI. The complete structure of Melianon. J.chem.Soc. (C) 1347-1351

- LESTON, D. (1954): Strigils and stridulation in Pentatomidae (Hem.): Some new data and a review. Entom. mon. Mag. 90, 49-56
- . & J.W.S. PRINGLE (1963): Acoustic behaviour of animals (R.G. Busnel, ed.). Elsevier, Amsterdam, 391-410
- LEUSCHNER, K. (1972): Effect of an unknown plant substance on a Shield Bug. Naturwissenschaften 59, 217-218
- LOHER, W. (1962): Die Kontrolle des Weibchengesanges von Gomphocercus rufus L. (Acridinae) durch die Corpora allata. Naturwissenschaften 49, 406
- MASNER, P., K. SLÁMA & V. LANDA (1968): Sexually spread insect sterility induced by the analogues of juvenile hormone. Nature 219, 395-396
- . , K.SLÁMA, J. ZDAREK & V. LANDA (1970): Natural and synthetic materials with insect hormone activity. X. A method of sexually spread insect sterility. J.econ.Ent. 63, 706-710
- MATOLIN, S. (1970): Effects of a juvenile hormone analogue on embryogenesis in Pyrrhocoris apterus L. Acta ent.Bohemoslov. 67, 9-12
- MORIYAMA, H., K. NAKANISHI, D.S. KING, T. OKAUCHI, J.B. SIDDALL & W. HAFFERL (1970): On the origin and metabolic fate of α -ecdysone in insects. Gen.Comp. Endocrinol. 15, 80-87
- MUELLER, N.S. (1963): An experimental analysis of molting in embryos of Melanoplus differentialis. Devel.Biol. 8, 222-240
- NAKANISHI, K., M. KOREEDA, S. SASAKI, M.L. CHANG & H.Y. HSU (1966): Insect hormones. The structure of ponasterone A, an insect-moulting hormone from leaves of Podocarpus naki Hay. Chem. Comm. 915-917
- NOVÁK, V.J.A. (1969): Morphogenetic analysis of the effects of juvenile hormone analogues and other morphogenetically active substances on embryos of Schistocerca gregaria (Foskal). J.Embryol. exp.Morph. 21, 1-21

- NOVAK, K. & F. SEHNAL (1973a): Action of juvenile hormone analogues on *Euproctis chrysorrhoea* and *Yponomeuta malinella* under field conditions. *Acta ent. bohemoslov.* 70, 20-29
- (1973b): Effects of a juvenoid applied under field conditions to the Green Oak Leaf Roller, *Tortrix viridana* (Lep., Tortricidae). *Z. angew. Ent.* 73, 312-318
- OZEKI, K. (1965): Control of the secretion of juvenile hormone in the Earwig, *Dermaptera*. *Zool. Jb. (Physiol.)* 71, 641-646
- PATERSON, J.W. (1973): The effect of persistence of juvenile hormone mimics on their activity on *Rhodnius prolixus*. *J. Insect Physiol.* 19, 1631-1637
- PAWSON, B.A., F. SCHEIDL & F. VANE (1972): Insect juvenile hormones. Chemistry and action. (ed. by J.J. Menn and M. Beroza). Academic Press, New York and London, 191-214
- REDFERN, R.E., T.P. MCGOVERN & M. BEROZA (1970): Juvenile hormone activity of sesamex and related compounds in tests on the Yellow Mealworm. *J. econ. Ent.* 63, 540-545
- , D. MILLS, jr. & P.E. SONNET (1972): Aziridines as potentiators of juvenile hormone activity in tests on the Yellow Mealworm and the Large Milkweed Bug. *J. econ. Ent.* 65, 1605-1607
- RIDDIFORD, L.M. (1970): Prevention of metamorphosis by exposure of insect eggs to juvenile hormone analogues. *Science* 167, 287-288
- (1971): Juvenile hormone and insect embryogenesis. *Mitt. schweiz. Ent. Ges.* 44, 178-185
- (1972): Insect juvenile hormones. Chemistry and action. (ed. by J.J. Menn and M. Beroza). Academic Press, New York and London, 95-111

- RIDDIFORD, L.M. & C.M. WILLIAMS (1967): The effects of juvenile hormone analogues on the embryonic development of silkworms. *Proc.Acad.nat.Sci. Philad.* 57, 595-601
- RÖLLER, H. & K.H. DAHM (1968): Recent progress in hormone research (ed. by E.B. Astwood). Academic Press, New York and London 24, 651-680
- RUSCOE, C.N.E. (1972): Growth disruption effects of an insect antifeeding. *Nature, New Biology* 236, 159
- SCHARRER, B. (1952): Neurosecretion XI: The effects of nerve section on the intercerebralis-cardium-allatum system of the insect *Leucophaea maderae*. *Biol. Bull.* 102, 261-272
- SCHNEIDERMAN, H.A. (1972): Insect juvenile hormones. Chemistry and action. (ed. by J.J. Menn and M. Beroza) Academic Press, New York and London, 3-27
- . & L.I. GILBERT (1958): Substances with juvenile hormone activity in Crustacea and other invertebrates. *Biol. Bull.* 115, 530-534
- SHAYYA, E. & P. KARLSON (1965): Der Ecdysontiter während der Insektenentwicklung. IV. Die Entwicklung der Lepidopteren *Bombyx mori* L. und *Cerura vinula* L. *Devl. Biol.* 11, 424-432
- SHARAN, R.K. & S.L. SAHNI (1960): Provisional embryonic cuticles of *Dysdercus cingulatus* (Hemiptera). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 53, 538-541
- SLAMA, K. (1971): Insect juvenile hormone analogues. *A. Rev. Biochem.* 40, 1079-1102
- . & C.M. WILLIAMS (1966a): "Paper Factor" as an inhibitor of the embryonic development of the European bug, *Pyrrhocoris apterus*. *Nature* 210, 329-330
- . & -. (1966b): The juvenile hormone. V. The sensitivity of the bug, *Pyrrhocoris apterus* to a hormonally active factor in American paper pulp. *Biol.Bull.* 130, 235-246

- SOCHA, R. & F. SEHNAL (1973): Inhibition of insect development by simultaneous action of prothoracic gland hormone and juvenile hormone. *J. Insect Physiol.* 19, 1449-1453
- SONNET, P.E., G.D. MILLS, jr. & R.E. REDFERN (1973): Synergism of synthetic mixed isomers of juvenile hormone. *J. econ. Ent.* 66, 793-794
- TAKEMOTO, T., S. OGAWA, N. NISHIMOTO & H. HOFFMEISTER (1967): Steroide mit Häutungshormonaktivität aus Tieren und Pflanzen. *Z. Naturforsch.* 22b, 681
- VARJAS, L. & F. SEHNAL (1973): Use of a juvenile hormone analogue against the Fall Webworm *Hyphantria cunea*. *Entomologia exp. appl.* 16, 115-122
- WALKERS, W.F. & W.S. BOWERS (1970): Synthetic juvenile hormones as potential Coleopteran ovicides. *J. econ. Ent.* 63, 1231-1233
- WHITMORE, D., jr., E. WHITMORE & L.I. GILBERT (1972): Juvenile hormone induction of esterase: A mechanism for the regulation of juvenile hormone titer. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 69, 1592-1595
- WIGGLESWORTH, V.B. (1969): Chemical structure and juvenile hormone activity: Comparative tests on *Rhodnius prolixus*. *J. Insect Physiol.* 15, 73-94
- WILLIAMS, C.M. (1946): Physiology of insect diapause: The role of the brain in the production and termination of pupal dormancy in the giant silkworm, *Platysamia cecropia*. *Biol. Bull.* 90, 234-243
- (1956): The juvenile hormone of insects. *Nature*, London 178, 212-213
- (1967): Third-generation pesticides. *Scient. Am.* 217, 13-17
- & F.C. KAFATOS (1972): Insect juvenile hormones. Chemistry and action. (ed. by J.J. Menn and M. Beroza). Academic Press, New York and London, 151-162

- WILLIAMS, C.M. & K. SLÁMA (1966): The juvenile hormone.
VI. Effects of the "Paper factor" on the growth
and metamorphosis of the bug, *Pyrrhocoris ap-
terus*. Biol. Bull. 130, 247-253
- ZDAREK, J. & K. SLÁMA (1968): Mating activity in adultoids or
supernumerary larvae induced by agents with high
juvenile hormone activity. J. Insect Physiol. 14,
563-567
- ZLOTKIN, E. & H.Z. LEVINSON (1968): Influence of Cecropia oil
on the epidermis of *Tenebrio molitor*. J. Insect
Physiol. 14, 1719-1723

Lebenslauf

Am 23.9.1941 wurde ich, Klaus Leuschner, als Sohn des Landwirts Hans-Joachim Leuschner und seiner Ehefrau Gisela Leuschner geb. Conze in Liegnitz (Schlesien) geboren.

1948 - 1952: Besuch der Grundschule in Göttingen und Königslutter

1952 - 1958: Besuch der Mittelschule in Königslutter

1958 - 1960: Werkzeugmacherlehre in Königslutter

1960 - 1964: Besuch der Niedersächsischen Heimschule in Helmstedt mit anschließender Reifeprüfung

1964 - 1965: Landwirtschaftliches Praktikum in Stadthagen

1965 - 1969: Studium der Landwirtschaft in Gießen und Hohenheim mit Abschluß als Diplom-Landwirt

1969 - 1972: Auslandsaufenthalt in Kenye (Coffee Research Station, Ruiru) zur praktischen Durchführung der vorliegenden Dissertation

1972 - 1974: Auswertung der gesammelten Versuchsergebnisse am Institut für Phytopathologie der Justus Liebig-Universität in Gießen

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Schmutterer, möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und die wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen, sowie für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes am hiesigen Institut meinen Dank aussprechen.

Der Kaffeeversuchsstation (Ruiru) in Kenys möchte ich für die finanzielle und technische Unterstützung danken.

Für die wertvolle Hilfe bei der Auswertung der Tonaufzeichnungen gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. H.H. Bergmann vom Tierphysiologischen Institut der Universität Marburg.

Ferner möchte ich mich bei allen Angehörigen des Instituts für Phytopathologie für ihre Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit bedanken.

Dem Deutschen Akademischen Austauschdienst gilt mein besonderer Dank für die Gewährung eines zweijährigen Auslandsstipendiums.

